This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

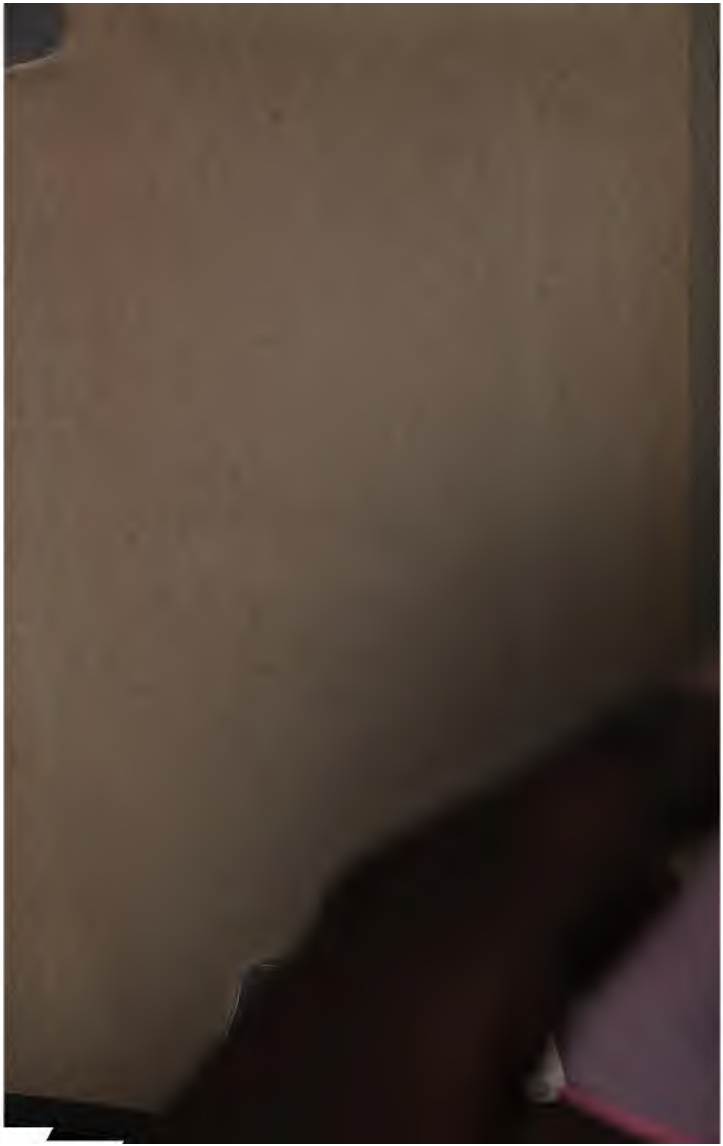
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

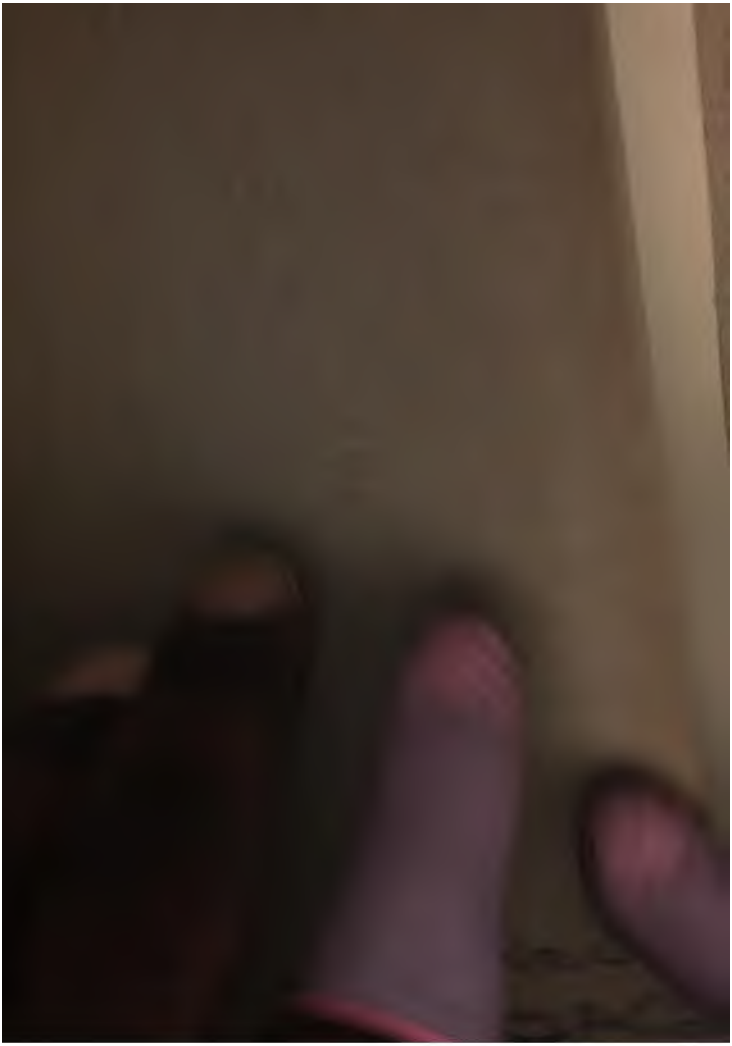
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

3 3433 05765690 6





Alexander von Humboldts

Kosmos.

Entwurf einer physischen Weltbeschreibung.

Mit einer biographischen Einleitung

von

Bernhard von Cotta.

Dritter Band.

Stuttgart.

Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1870.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
577701
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1912 L

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Kosmos.

Глава 8.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung

in dem

Gebiete kosmischer Erscheinungen.

Einleitung.

Zu dem Ziele hinstrebend, welches ich mir nach dem Maaß meiner Kräfte und dem jetzigen Zustande der Wissenschaften als erreichbar gedacht, habe ich in zwei schon erschienenen Bänden des Kosmos die Natur unter einem zwiefachen Gesichtspunkte betrachtet. Ich habe sie darzustellen versucht zuerst in der reinen Objectivität äußerer Erscheinung; dann in dem Reflex eines, durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menschen, auf seinen Ideenkreis und seine Gefühle.

Die Außenwelt der Erscheinungen ist unter der wissenschaftlichen Form eines allgemeinen Naturgemäldes in ihren zwei großen Sphären, der uranologischen und der tellurischen, geschildert worden. Es beginnt dasselbe mit den Sternen, die in den fernsten Theilen des Weltraumes zwischen Nebelflecken aufglimmen; und steigt durch unser Planetensystem bis zur irdischen Pflanzendecke und zu den kleinsten, oft von der Luft getragenen, dem unbewaffneten Auge verborgenen Organismen herab. Um das Dasein eines gemeinsamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umschlingt; um das Walten ewiger Gesetze und den ursachlichen Zusammenhang ganzer Gruppen von Erscheinungen, so weit derselbe bisher erkannt worden ist, anschaulicher hervortreten zu lassen: mußte die Anhäufung vereinzelter Thatsachen vermieden werden. Eine solche Vorsicht schien besonders da erforderlich, wo sich in der tellurischen Sphäre des Kosmos, neben den dynamischen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß specifischer Stoff-Verschiedenheit offenbart. In der siderischen oder uranologischen Sphäre des Kosmos sind für das, was der

Beobachtung erreichbar wird, die Probleme, ihrem Wesen nach, von bewundernswürdiger Einfachheit; fähig, nach der Theorie der Bewegung, durch die anziehenden Kräfte der Materie und die Quantität ihrer Masse einer strengen Rechnung zu unterliegen. Sind wir, wie ich glaube, berechtigt die kreisenden Meteor-Asteroiden für Theile unseres Planetensystems zu halten; so setzen diese allein uns, durch ihren Fall auf den Erdkörper, in Contact[1] mit erkennbar ungleichartigen Stoffen des Weltraumes. Ich bezeichne hier die Ursach, weshalb die irdischen Erscheinungen bisher einer mathematischen Gedankenentwickelung minder glücklich und minder allgemein unterworfen worden sind als die, sich gegenseitig störenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper, in denen für unsere Wahrnehmung nur die Grundkraft gleichartiger Materie waltet.

Mein Bestreben war darauf gerichtet, in dem *Naturgemälde der Erde* durch eine bedeutsame Anreihung der Erscheinungen ihren ursachlichen Zusammenhang ahnden zu lassen. Es wurde der Erdkörper geschildert in seiner Gestaltung, seiner mittleren Dichtigkeit, den Abstufungen seines mit der Tiefe zunehmenden Wärmegehalts, seiner electro-magnetischen Strömungen und polarischen Lichtprocesse. Die Reaction des Inneren des Planeten auf seine äußere Rinde bedingt den Inbegriff vulkanischer Thätigkeit, die mehr oder minder geschlossenen Kreise von Erschütterungswellen und ihre, nicht immer bloß dynamischen Wirkungen; die Ausbrüche von Gas, von heißen Wasserquellen und Schlamm. Als die höchste Kraftäußerung der inneren Erdmächte ist die Erhebung feuerspeiender Berge zu betrachten. Wir haben so die Central- und Reihen-Vulkane geschildert: wie sie nicht bloß zerstören, sondern Stoffartiges erzeugen, und unter unseren Augen, meist periodisch, fortfahren Gebirgsarten (Eruptions-Gestein) zu bilden; wir haben gezeigt, wie, im Contraste mit dieser Bildung, Sediment-Gesteine sich ebenfalls noch aus Flüssigkeiten niederschlagen, in denen ihre kleinsten Theile aufgelöst oder schwebend enthalten waren. Eine solche Vergleichung des Werdenden, sich als Festes Gestaltenden mit dem längst als Schichten der Erdrinde Erstarrten leitet auf die Unterscheidung geognostischer Epochen; auf eine sichere Bestimmung der Zeitfolge der Formationen, welche die untergegangenen Geschlechter von Thieren und Pflanzen, die Fauna und Flora der Vorwelt, in chronologisch erkennbaren Lebensreihen umhüllen. Entstehung, Umwandlung und Hebung der Erdschichten bedingen epochenweise wechselnd alle Besonderheiten der Naturgestaltung der Erdoberfläche; sie bedingen die räumliche Vertheilung des Festen und Flüssigen, die Ausdehnung und Gliederung der Continental-Massen in horizontaler und senkrechter *Richtung*. Von diesen Verhältnissen hangen ab die thermischen *Zustände der Meeresströme*, die meteorologischen Processe in der luftförmigen *Umhüllung* des Erdkörpers, die typische und geographische

Verbreitung der Organismen. Eine solche Erinnerung an die Aneinanderreihung der tellurischen Erscheinungen, wie sie das Naturgemälde dargeboten hat, genügt, wie ich glaube, um zu beweisen, daß durch die bloße Zusammenstellung großer und verwickelt scheinender Resultate der Beobachtung die Einsicht in ihren Causalzusammenhang gefördert wird. Die Deutung der Natur ist aber wesentlich geschwächt, wenn man durch zu große Anhäufung einzelner Thatsachen der Naturschilderung ihre belebende Wärme entzieht.

So wenig nun in einer, mit Sorgfalt entworfenen, objectiven Darstellung der Erscheinungswelt Vollständigkeit bei Aufzählung der Einzelnheiten beabsichtigt worden ist, eben so wenig hat dieselbe erreicht werden sollen in der Schilderung des Reflexes der äußeren Natur auf das Innere des Menschen. Hier waren die Grenzen noch enger zu ziehen. Das ungemessene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet seit Jahrtausenden durch die treibenden Kräfte geistiger Thätigkeit, zeigt uns in den verschiedenen Menschenracen und auf verschiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemüths [2]; bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menschen zuerst auf die Heiligung von Naturkräften und gewisser Gegenstände der Körperwelt geleitet; später folgt er religiösen Anregungen höherer, rein geistiger Art. [3] Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnißvollen Proceß der Sprachenbildung [4], in welchem zugleich ursprüngliche körperliche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur als mächtige mitbestimmende Elemente auftreten. Die Menschheit verarbeitet in sich den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugnisse einer solchen Geistesarbeit gehören eben so wesentlich zum Bereich des Kosmos als die Erscheinungen, die sich im Inneren abspiegeln.

Da ein reflectirtes Naturbild unter dem Einfluß aufgeregter schöpferischer Einbildungskraft sich nicht rein und treu erhalten kann; so entsteht neben dem, was wir die wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale und innere Welt: voll phantastischer, zum Theil symbolischer Mythen; belebt durch fabelhafte Thiergestalten, deren einzelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung oder gar den erhaltenen Resten untergegangener Geschlechter [5] entlehnt sind. Auch Wunderblumen und Wunderbäume entsprießen dem mythischen Boden: wie nach den Edda-Liedern die riesige Esche, der Weltbaum Yggdrasil, dessen Aeste über den Himmel emporstreben, während eine seiner dreifachen Wurzeln bis in die „rauschenden Kesselbrunnen" der Unterwelt reicht [6]. So ist das Nebelland physischer Mythen, nach Verschiedenheit der Volksstämme und der Klimate, mit anmuthigen oder mit grauenvollen Gestalten gefüllt. Jahrhunderte lang werden sie durch die Ideenkreise später Generationen vererbt.

Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden, umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in menschlicher Form verehrt [10] worden war; entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der ionischen Schule der Keim einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen [11], aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter Natur-Elemente: oder aus Processen der Verdünnung und Verdichtung; bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten, abgeleitet. Die, vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedocles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwickelung der ionischen Physiologie erhob sich Anaxagoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre gleichartigen kleinsten Theile entmischenden Geistes. Die weltordnende Vernunft (νοῦς) beherrscht die continuirlich fortschreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und so auch aller physischen Erscheinungen. Durch die Annahme eines centrifugalen Umschwunges [12]: dessen Nachlassen, wie wir schon oben erwähnt, den Fall der Meteorsteine bewirkt; erklärt Anaxagoras den scheinbaren (ost-westlichen) himmlischen Kreislauf. Diese Hypothese bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbel-Theorien, welche mehr denn zweitausend Jahre später durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmische Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geist die Gottheit selbst oder pantheistisch nur ein geistiges Princip alles Naturlebens bezeichnet [13], bleibt diesem Werke fremd.

In einem grellen Contraste mit den beiden Abtheilungen der ionischen Schule steht die, das Universum ebenfalls umfassende, mathematische Symbolik der Pythagoreer. Der Blick bleibt einseitig geheftet in der Welt sinnlich wahrnehmbarer Naturerscheinungen auf das Gesetzliche in der Gestaltung (den fünf Grundformen); auf die Begriffe von Zahlen, Maaß, Harmonie und Gegensätzen. Die Dinge spiegeln sich in den Zahlen: welche gleichsam eine „nachahmende Darstellung" (μίμησις) von ihnen sind. Die grenzenlose Wiederholbarkeit und Erhöhung der Zahlen ist der Charakter des Ewigen, der Unendlichkeit der Natur. Das Wesen der Dinge kann als Zahlenverhältnisse, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlen-Combinationen

werden. Auch Plato's Physik enthält Versuche alle Wesenheit
offe im Weltall und ihrer Verwandlungsstufen auf körperliche
und diese auf die einfachsten (triangularen) Flächen-Figuren[14]
führen. Was aber die letzten Principien (gleichsam die Elemente
mente) sind, sagt Plato in bescheidenem Mißmuth, „weiß Gott
und wer von ihm geliebt wird unter den Menschen." Eine
mathematische Behandlung physischer Erscheinungen, die
ung der Atomistik, die Philosophie des Maaßes und der Har-
hat noch spät auf die Entwickelung der Naturwissenschaften
rt; auch phantasiereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche
chichte der physischen Weltanschauung bezeichnet. „Es wohnt
elnder, von dem ganzen Alterthume gefeierter Zauber den ein-
Verhältnissen der Zeit und des Raumes inne: wie sie sich in
in Zahlen und Linien offenbaren."[15]
ie Idee der Weltordnung und Weltregierung tritt ge-
und erhaben in den Schriften des Aristoteles hervor. Alle
ungen der Natur werden in den physischen Vorträgen
ultationes physicae) als bewegende Lebensthätigkeiten
llgemeinen Weltkraft geschildert. Von dem „unbewegten Be-
der Welt" hängt der Himmel und die Natur[16] (die tellurische
der Erscheinungen) ab. Der „Anordner", und der letzte Grund
nnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von
Materie Getrenntes betrachtet werden.[17] Die Einheit in den
denen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprincipe
, und diese Kraftäußerungen selbst werden stets auf Bewegungen
. So finden wir in dem Buche von der Seele[18] schon den
der Undulations-Theorie des Lichtes. Die Empfindung
hens erfolgt durch eine Erschütterung, eine Bewegung des
zwischen dem Gesicht und dem gesehenen Gegenstande: nicht
Ausflüsse aus dem Gegenstande oder dem Auge. Mit dem
wird das Hören verglichen: da der Schall ebenfalls eine Folge
terschütterung ist.
istoteles, indem er lehrt, durch die Thätigkeit der denkenden
ft in dem Besondern der wahrnehmbaren Einzelheiten das All-
zu erforschen, umfaßt immer das Ganze der Natur, und den
Zusammenhang nicht bloß der Kräfte, sondern auch der orga-
Gestalten. In dem Buche über die Theile (Organe) der Thiere
er deutlich seinen Glauben an die Stufenleiter der Wesen aus,
sie von niederen zu höheren Formen aufsteigen. Die Natur
ununterbrochenem, fortschreitendem Entwickelungsgange von
belebten (Elementarischen) durch die Pflanzen zu den Thieren
unächst „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Thier, aber
mit diesem verwandt ist, daß es sich im ganzen wenig von
erscheidet."[19] In dem Uebergange der Bildungen „sind die

Mittelstufen fast unmerklich."[20] Das große Problem des Kosmos ist dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr", sagt er[21] mit sonderbarer Lebendigkeit des Ausdrucks, „ist nichts zusammenhangslos Eingeschobenes wie in einer schlechten Tragödie."

Das naturphilosophische Streben alle Erscheinungen des einigen Kosmos Einem Erklärungs-Principe unterzuordnen ist in allen physikalischen Schriften des tiefsinnigen Weltweisen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zustand des Wissens, die Unbekanntschaft mit der Methode des Experimentirens, d. h. des Hervorrufens der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, hinderte selbst kleine Gruppen physischer Processe in ihrem Causalzusammenhange zu erfassen. Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegensätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperistase), welche an unsere jetzigen Hypothesen der entgegengesetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contraste von + und − erinnert.[22] Die vermeinten Lösungen der Probleme geben dann die Thatsachen selbst verhüllt wieder, und der sonst überall so mächtig concise Styl des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologischer oder optischer Processe oft in selbstgefällige Breite und etwas hellenische Vielredenheit über. Da der Aristotelische Sinn wenig auf Stoff-Verschiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet ist; so tritt die Grundidee, alle tellurischen Naturerscheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umschwung der Himmelssphäre zuzuschreiben, wiederholt hervor: geahndet, mit Vorliebe gepflegt[23], aber nicht in absoluter Schärfe und Bestimmtheit dargestellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mittheilung der Bewegung als den Grund aller irdischen Erscheinungen an. Pantheistische Ansichten sind ausgeschlossen. Die Gottheit ist die höchste „ordnende Einheit: welche sich in allen Kreisen der gesammten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturwesen die Bestimmung verleiht, als absolute Macht alles zusammenhält."[24] Der Zweckbegriff und die teleologischen Ansichten werden nicht auf die untergeordneten Naturprocesse: die der anorganischen, elementarischen Natur, angewandt; sondern vorzugsweise auf die höheren Organisationen[25] der Thier- und Pflanzenwelt. Auffallend ist es, daß in diesen Lehren die Gottheit sich gleichsam einer Anzahl von Astralgeistern bedient, welche (wie der Massenvertheilung und der Perturbationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen.[26] Die Gestirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der sinnlichen Welt. Des kleinen, Pseudo-Aristotelischen, gewiß stoischen Buches vom *Kosmos ist hier*, trotz seines Namens, nicht Erwähnung geschehen. *Es stellt zwar*, naturbeschreibend und oft mit rhetorischer Lebendigkeit

und Färbung, zugleich Himmel und Erde, die Strömungen des Meeres und des Luftkreises dar; aber es offenbart keine Tendenz die Erscheinungen des Kosmos auf allgemeine physikalische, d. h. in den Eigenschaften der Materie gegründete, Principien zurückzuführen.

Ich habe länger bei der glänzendsten Epoche der Naturansichten des Alterthums verweilt, um den frühesten Versuchen der Verallgemeinerung die Versuche der neueren Zeit gegenüberzustellen. In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte, welche in Hinsicht auf die Erweiterung kosmischer Anschauungen in einem anderen Theile dieses Buches [27] geschildert worden ist, zeichnen sich das Ende des dreizehnten und der Anfang des vierzehnten Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, die physische Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco (Pierre d'Ailly) sind Werke, welche, so mächtig sie auch auf Zeitgenossen gewirkt haben, durch ihren Inhalt nicht dem Titel entsprechen, den sie führen. Unter den italiänischen Gegnern der Aristotelischen Physik wird Bernardino Telesio aus Cosenza als der Gründer einer rationellen Naturwissenschaft bezeichnet. Alle Erscheinungen der sich passiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Principien (Thätigkeiten, Kräfte), von Wärme und Kälte, betrachtet. Auch das ganze organische Leben, die „beseelten" Pflanzen und Thiere, sind das Product jener ewig entzweiten Kräfte: von denen vorzugsweise die eine, die Wärme, der himmlischen; die andere, die Kälte, der irdischen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantasie, aber auch mit tiefem Forschungsgeiste begabt, versucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken: [28] De la Causa, Principio e Uno; Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi innumerabili; und De Minimo et Maximo; das Weltganze zu umfassen. In der Naturphilosophie des Telesio, eines Zeitgenossen des Copernicus, erkennt man wenigstens das Bestreben die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduciren: „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden", doch ähnlich sind den Grundkräften der Anziehung und Abstoßung in der dynamischen Naturlehre von Boscowich und Kant. Die kosmischen Ansichten des Nolaners sind rein metaphysisch; sie suchen nicht die Ursachen der sinnlichen Erscheinungen in der Materie selbst: sondern berühren „die Unendlichkeit des mit selbstleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Belebtheit dieser Welten; die Beziehungen der höchsten Intelligenz, Gottes, zu dem Universum." Mit geringem mathematischen Wissen ausgerüstet, war Giordano Bruno doch bis zu seinem furchtbaren Martertode [29] ein enthusiastischer Bewunderer von Copernicus, Kepler

und Kepler. Zeitgenosse des Galilei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohrs von Hans Lippershey und Zacharias Jansen: und also auch nicht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt", der Venus-Phasen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuversicht auf das, was er nennt lume interno, ragione naturale, altezza dell' intelleto: überließ er sich glücklichen Ahndungen über die Bewegung der Fixsterne, die planetenartige Natur der Cometen und die von der Kugelform abweichende Gestalt der Erde.[30] Auch das griechische Alterthum ist voll von solchen uranologischen Verheißungen, die später erfüllt wurden.

In der Gedankenentwickelung über kosmische Verhältnisse, deren Hauptformen und Haupt-Epochen hier aufgezählt werden, war Kepler, volle 78 Jahre vor dem Erscheinen von Newton's unsterblichem Werke der Principia Philosophiae Naturalis, einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre am nächsten. Wenn der Eklektiker Simplicius bloß im allgemeinen den Grundsatz aussprach: „das Nicht-Herabfallen der himmlischen Körper werde dadurch bewirkt, daß der Umschwung (die Centrifugalkraft) die Oberhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten"; wenn Johannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeä, die Bewegung der Weltkörper „einem primitiven Stoße und dem fortgesetzten Streben zum Falle" zuschrieb; wenn, wie wir schon früher bemerkt, Copernicus nur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie sie in der Sonne als dem Centrum der Planetenwelt, in der Erde und dem Monde wirke, mit den denkwürdigen Worten bezeichnet: gravitatem non aliud esse quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant, in formam globi coëuntes: so finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche de Stella Martis[31] zuerst numerische Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältniß ihrer Massen Erde und Mond gegen einander ausüben. Er führt bestimmt Ebbe und Fluth[32] als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (virtus tractoria) sich bis zur Erde erstrecke; ja daß die Kraft, „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eisen ausübt", die Erde des Wassers berauben würde, wenn diese aufhörte dasselbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre später, 1619: vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Fluth der Rotation der Erde zuschrieb, die richtige Erklärung auf, um in der Harmonice Mundi den Erdkörper als ein lebendiges Unthier zu schildern, dessen wallfischartige Respiration, in periodischem, von der Sonnenzeit abhängigen Schlaf und Erwachen, das Anschwellen und Sinken des Oceans verursacht. Bei dem mathematischen, schon von Laplace anerkannten Tiefsinne, welcher aus einer von Kepler's Schriften hervorleuchtet[33], ist zu bedauern, daß der

Entdecker von den drei großen Gesetzen aller planetarischen Bewegung nicht auf dem Wege fortgeschritten ist, zu welchem ihn seine Ansichten über die Massen-Anziehung der Weltkörper geleitet hatten.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntnissen als Kepler begabt und Gründer vieler Theile einer mathematischen Physik, unternahm Descartes in einem Werke, das er Traité du Monde, auch Summa Philosophiae nannte, die ganze Welt der Erscheinungen: die himmlische Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdischen Natur wußte, zu umfassen. Der Organismus der Thiere, besonders der des Menschen, für welchen er eilf Jahre lang[34] sehr ernste anatomische Studien gemacht, sollte das Werk beschließen. In der Correspondenz mit dem Pater Mersenne findet man häufige Klagen über das langsame Fortschreiten der Arbeit und über die Schwierigkeit so viele Materien an einander zu reihen. Der Kosmos, den Descartes immer seine Welt (son Monde) nannte, sollte endlich am Schlusse des Jahres 1633 dem Druck übergeben werden: als das Gerücht von der Verurtheilung Galilei's in der Inquisition zu Rom, welches erst vier Monate später, im October 1633, durch Gassendi und Bouillaud verbreitet wurde, alles rückgängig machte und die Nachwelt eines großen, mit so viel Mühe und Sorgfalt vollendeten Werkes beraubte. Die Motive der Nicht-Herausgabe des Kosmos waren Liebe zu friedlicher Ruhe im einsamen Aufenthalte zu Deventer, wie die fromme Besorgniß unehrerbietig gegen die Decrete des heiligen Stuhles wider die planetarische Bewegung der Erde zu sein.[35] Erst 1664, also vierzehn Jahre nach dem Tode des Philosophen, wurden einige Fragmente unter dem sonderbaren Titel: Le Monde ou Traité de la Lumière gedruckt.[36] Die drei Capitel, welche vom Lichte handeln, bilden doch kaum ein Viertel des Ganzen. Dagegen wurden die Abschnitte, welche ursprünglich zu dem Kosmos des Descartes gehörten: und Betrachtungen über die Bewegung und Sonnenferne der Planeten, über den Erd-Magnetismus, die Ebbe und Fluth, das Erdbeben und die Vulkane enthalten; in den dritten und vierten Theil des berühmten Werkes Principes de la Philosophie versetzt.

Der Kosmotheoros von Huygens, der erst nach seinem Tode erschienen ist, verdient, trotz seines bedeutungsvollen Namens, in dieser Aufzählung kosmologischer Versuche kaum genannt zu werden. Es sind Träume und Ahndungen eines großen Mannes über die Pflanzen- und Thierwelt auf den fernsten Weltkörpern, besonders über die dort abgeänderte Gestalt des Menschengeschlechts. Man glaubt Kepler's Somnium astronomicum oder Kircher's ekstatische Reise zu lesen. Da Huygens schon, ganz wie die Astronomen unserer Zeit, dem Monde alles Wasser[37] und alle Luft versagte, so ist er über die Existenz des Mondmenschen noch verlegener

als über die Bewohner der „dunst- und wolkenreichen" ferneren Planeten.

Dem unsterblichen Verfasser des Werkes Philosophiae Naturalis Principia mathematica gelang es, den ganzen uranologischen Theil des Kosmos durch die Annahme einer einigen, alles beherrschenden Grundkraft der Bewegung in dem Causal-Zusammenhange seiner Erscheinungen zu erfassen. Newton zuerst hat die physische Astronomie zu der Lösung eines großen Problems der Mechanik, zu einer mathematischen Wissenschaft erhoben. Die Quantität der Materie in jeglichem Weltkörper giebt das Maaß seiner anziehenden Kraft: einer Kraft, die in umgekehrtem Verhältniß des Quadrats der Entfernung wirkt und die Größe der Störungen bestimmt, welche nicht bloß die Planeten, sondern alle Gestirne der Himmelsräume auf einander ausüben. Aber das Newtonische, durch Einfachheit und Allgemeinheit so bewundernswürdige Theorem der Gravitation ist in seiner kosmischen Anwendung nicht auf die uranologische Sphäre beschränkt, es beherrscht auch die tellurischen Erscheinungen in zum Theil noch unerforschten Richtungen: es giebt den Schlüssel zu periodischen Bewegungen im Ocean und in der Atmosphäre[38]; zu der Lösung von Problemen der Capillarität, der Endosmose, vieler chemischer, electro-magnetischer und organischer Processe. Newton[39] selbst unterschied schon die Massen-Anziehung, wie sie sich in den Bewegungen aller Weltkörper und in den Phänomenen der Ebbe und Fluth äußert, von der Molecular-Anziehung, die in unendlich kleiner Entfernung und bei der innigsten Berührung wirksam wird.

Auf diese Weise zeigt sich unter allen Versuchen, das Veränderliche in der Sinnenwelt auf ein einziges Grundprincip zurückzuführen, die Lehre von der Gravitation als der umfassendste und kosmisch vielverheißendste. Allerdings lassen sich, trotz der glänzenden Fortschritte, welche in neueren Zeiten in der Stöchiometrie (in der Rechenkunst mit chemischen Elementen und in den Volum-Verhältnissen der gemengten Gas-Arten) gemacht sind, noch nicht alle physikalischen Theorien der Stofflehre auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückführen. Empirische Gesetze sind aufgefunden, und nach den weitverbreiteten Ansichten der Atomistik oder Corpuscular-Philosophie ist manches der Mathematik zugänglicher geworden; aber bei der grenzenlosen Heterogeneität der Stoffe und den mannigfaltigen Aggregations-Zuständen der sogenannten Massentheilchen sind die Beweise jener empirischen Gesetze noch keineswegs aus der Theorie der Contact-Anziehung mit der Gewißheit zu entwickeln, welche die Begründung von Kepler's drei großen empirischen Gesetzen aus der Theorie der Massen-Anziehung oder Gravitation darbietet.

Zu derselben Zeit aber, in der Newton schon erkannt hatte, daß

alle Bewegungen der Weltkörper Folgen einer und derselben Kraft seien, hielt er die Gravitation selbst nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie[40]; sondern entweder für abgeleitet von einer, ihm noch unbekannten, höheren Kraft: oder für Folge eines „Umschwunges des Aethers, welcher den Weltraum erfüllt, und in den Zwischenräumen der Massentheilchen dünner ist, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt." Die letztere Ansicht ist umständlich in einem Briefe an Robert Boyle[41] (vom 28 Febr. 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endigt: „ich suche in dem Aether die Ursach der Gravitation." Acht Jahre später, wie man aus einem Schreiben an Halley ersieht, gab Newton diese Hypothese des dünneren und dichteren Aethers gänzlich auf.[42] Besonders auffallend ist es, daß er neun Jahre vor seinem Tode, 1717, in der so überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage seiner Optik es für nöthig hielt bestimmt zu erklären, daß er die Gravitation keineswegs für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte[43]: während Gilbert schon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie inwohnende Kraft ansah. So schwankend war der tiefsinnigste, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton selbst, über die „letzte mechanische Ursach" aller Bewegung.

Es ist allerdings eine glänzende, des menschlichen Geistes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organisches Ganzes aufzustellen; aber der unvollkommene Zustand so vieler Theile unseres Naturwissens setzt der Lösung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungssphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie selbst zu erklären, zu einer unbestimmten. Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortschritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwissen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehend zunehmenden Schnelligkeit des Fortschrittes gedenken; so erfassen wir die periodischen, endlosen Umwandelungen, welche allen physikalischen Wissenschaften noch bevorstehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturprocesse: wie die des Lichts, der Wärme und des Electro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematischen Gedankenentwickelung zugänglich geworden sind; so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Ursach chemischer Stoff-Verschiedenheit: wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahn-Excentricität der Planeten; in der Zahl und dem Abstande ihrer Satelliten, in der Gestalt der Continente und der

Stellung ihrer höchsten Bergketten. Die hier beispielsweise genannten räumlichen Verhältnisse können bisher nur als etwas thatsächlich in der Natur Daseiendes betrachtet werden. Sind die Ursachen und die Verkettung dieser Verhältnisse noch nicht ergründet, so nenne ich sie darum aber nicht zufällig. Sie sind das Resultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung unseres Planetensystems, von geognostischen Vorgängen bei der Erhebung der äußersten Erdschichten als Continente und Gebirgsketten. Unsere Kenntniß von der Urzeit der physikalischen Weltgeschichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daseiende als etwas Werdendes zu schildern.[44]

Wo demnach der Causal-Zusammenhang der Erscheinungen noch nicht hat vollständig erkannt werden können, ist die Lehre vom Kosmos oder die physische Weltbeschreibung nicht eine abgesonderte Disciplin aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. Sie umfaßt vielmehr dieses ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmlischen und der tellurischen; aber sie umfaßt sie unter dem einigen Gesichtspunkte des Strebens nach der Erkenntniß eines Weltganzen.[45] Wie „bei der Darstellung des Geschehenen in der moralischen und politischen Sphäre der Geschichtsforscher[46] nach menschlicher Ansicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erspähen, sondern nur an den Ideen erahnden kann, durch die sie sich offenbaren"; so durchdringt auch den Naturforscher bei der Darstellung der kosmischen Verhältnisse ein inniges Bewußtsein, daß die Zahl der welttreibenden, der gestaltenden und schaffenden Kräfte keineswegs durch das erschöpft ist, was sich bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erscheinungen ergeben hat.

Anmerkungen.

1 (S. 4.) Kosmos Bd. I. S. 37—39 und 88.

2 (S. 5.) A. a. O. Bd. I. S. 5—6, Bd. II. S. 7—9 und 57.

3 (S. 5.) A. a. O. Bd. II. S. 17—20 und 28—30.

4 (S. 5.) A. a. O. Bd. I. S. 231—233, Bd. II. S. 92—93.

5 (S. 5.) M. von Olfers, Ueberreste vorweltlicher Riesenthiere in Beziehung auf ostasiatische Sagen, in den Abh. der Berl. Akad. 1839 S. 51. Ueber die Meinung des Empedocles von der Ursach des Unterganges der ältesten Thierformen s. Hegel's Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 344.

6 (S. 5.). Vergl. über den Weltbaum Yggdrasil und den rauschenden (tobenden) Kesselbrunnen Hvergelmir die Deutsche Mythologie von Jacob Grimm 1844 S. 530 und 756; wie Mallet, Northern Antiquities 1847 p. 410, 489 und 492.

7 (S. 7.) Kosmos Bd. I. S. 20—21 und 40—45.

8 (S. 7.) A. a. O. Bd. II. S. 310.

9 (S. 7.) In den einleitenden Betrachtungen zum Kosmos Bd. I. S. 20 hätte nicht im allgemeinen gesagt werden sollen, daß „in den Erfahrungswissenschaften die Auffindung von Gesetzen als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheine". Die Beschränkung: „in vielen Gruppen der Erscheinungen" wäre nothwendig gewesen. Die Vorsicht, mit welcher ich mich im zweiten Bande (S. 218 und 243) über das Verhältniß von Newton zu Kepler ausgedrückt habe, kann, glaube ich, keinen Zweifel darüber lassen, daß ich das Auffinden von Naturgesetzen und ihre Deutung, d. h. die Erklärung der Phänomene, nicht mit einander verwechsle. Ich sage von Kepler: „Eine reiche Fülle genauer Beobachtungen, von Tycho de Brahe geliefert, begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und: von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens (eines denkenden Erkennens der Natur) übertragen wurden"; von Newton: „Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen Schlüssen erkannt worden ist. Newton erhob sich zu der Erklärung des Weltsystems, weil es ihm glückte die Kraft zu finden, von deren Wirkung die Kepler'schen Gesetze die nothwendige Folge sind." Vergl. über diesen Gegenstand (on laws and causes) die vortrefflichen Bemerkungen in Sir John Herschel's Address for the fifteenth meeting

of the British Association at Cambridge 1845 p. XLII, und Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 180—183.

10 (S. 8.) In der denkwürdigen Stelle (Metaph. XII, 8 pag. 1074 Bekker), in welcher Aristoteles von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit" spricht, heißt es sehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menschenähnlicher Götter: „vieles ist mythisch hinzugefügt, zur Ueberredung der Menge, wie auch der Gesetze und mancher politischer Zwecke wegen."

11 (S. 8.) Die wichtige Verschiedenheit dieser naturphilosophischen Richtungen, τρόποι, ist klar angedeutet in Aristot. Phys. auscult. I, 4 pag. 187 Bekker. (Vergl. Brandis im Rhein. Museum für Philologie Jahrg. III. S. 105.)

12 (S. 8.) Kosmos Bd. I. S. 87 und 249 Anm. 59, Bd. II. S. 216 und 322 Anm. 27. Eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491, b setzt die Centripetalkraft deutlichst dem Umschwunge, der Centrifugalkraft, entgegen. Sie gedenkt des „Nicht-Herabfallens der himmlischen Körper, wenn der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Deshalb wird bei Plutarch de facie in orbe Lunae p. 923 der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem Stein in der Schleuder" verglichen. Ueber die eigentliche Bedeutung der περιχωρήσεις des Anaxagoras vergl. Schaubach in Anaxag. Clazom. Fragm. 1827 p. 107—109.

13 (S. 8.) Schaubach a. a. O. p. 151—156 und 185—189. Für von dem Geiste, νοῦς, beseelt werden auch die Pflanzen gehalten; Aristot. de Plant. I, 1. p. 815 Bekker.

14 (S. 9.) Vergl. über diesen Theil der mathematischen Physik des Plato: Böckh de platonico syst. coelestium globorum 1810 et 1811; Martin, études sur le Timée T. II. p. 284—242. und Brandis in der Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 375.

15 (S. 9.) Kosmos Bd. II. S. 337 Anm. 4. Vergl. Gruppe über die Fragmente des Archytas 1840 S. 33.

16 (S. 9.) Aristot. Polit. VII, 4 p. 1326 und Metaph. XII, 7 pag. 1072, 10 Bekk. und XII, 10 pag. 1074, 5. Das Pseudo-Aristotelische Buch de Mundo, welches Osann dem Chrysippus zuschreibt (Kosmos Bd. II. S. 10 und 66), enthält ebenfalls (cap. 6 pag. 397) eine sehr beredte Stelle über den Weltordner und Welterhalter.

17 (S. 9.) Die Beweisstellen sind gesammelt in Ritter, Gesch. der Philosophie Th. III. S. 185—191.

18 (S. 9.) Vergl. Aristot. de Anima II, 7 pag. 419. In dieser Stelle ist die Analogie mit dem Schalle auf das deutlichste ausgedrückt; aber in anderen Schriften hat Aristoteles seine Theorie des Sehens mannigfach modificirt. So heißt es de Insomniis cap. 2 p. 459 Bekker: „Es ist offenbar, daß das Sehen, wie ein Leiden, so auch eine Thätigkeit ist; und daß das Gesicht nicht allein von der Luft (dem Mittel) etwas erleidet, sondern auch in das

Mittel einwirkt." Zum Beweise wird angeführt, daß ein neuer, sehr reiner Metallspiegel unter gewissen Umständen, durch den darauf geworfenen Blick einer Frau, schwer zu vertilgende Nebelflecken erhält. (Vergl. damit Martin, études sur le Timée de Platon T. II. p. 159—163.)

19 (S. 9.) Aristot. de partibus Animal. lib. IV cap. 5 pag. 681 lin. 12 Bekker.

20 (S. 10.) Aristot. hist. Animal. lib. IX. cap. 1 pag. 588 lin. 10—24 Bekker. Wenn im Thierreiche unter den Repräsentanten der vier Elemente auf unserer Erde einige fehlen: z. B. die, welche das Element des reinsten Feuers darstellen, so können vielleicht diese Mittelstufen im Monde vorkommen (Diese, die Philos. des Aristoteles Bd. II. S. 186). Sonderbar genug, daß der Stagirite in einem anderen Planeten sucht, was wir als Mittelglieder der Kette in den untergegangenen Formen von Thier- und Pflanzenarten finden!

21 (S. 10.) Aristot. Metaphys. lib. XIII cap. 3 p. 1090 lin. 20 Bekker.

22 (S. 10.) Die ἀντιπερίστασις des Aristoteles spielt besonders eine große Rolle in allen Erklärungen meteorologischer Processe; so in den Werken: de generatione et interitu lib. II cap. 3 p. 330, den Meteorologicis lib. I cap. 12 und lib. III cap. 3 p. 372, und den Problemen (lib. XIV cap. 3, lib. VIII no. 9 p. 888 und lib. XIV no. 3 p. 909): die wenigstens nach Aristotelischen Grundsätzen abgefaßt sind. In der alten Polaritäts-Hypothese κατ' ἀντιπερίστασιν ziehen sich aber gleichartige Zustände an und ungleichartige (+ und —) stoßen sich entgegengesetzt ab (vergl. Ideler, Meteorol. veterum Graec. et Rom. 1832 p. 10). Die entgegengesetzten Zustände, statt sich bindend zu vernichten, erhöhen vielmehr die Spannung. Das ψυχρὸν steigert das θερμόν: so wie umgekehrt „die umgebende Wärme bei der Hagelbildung, indem das Gewölk sich in wärmere Luftschichten senkt, den kalten Körper noch kälter macht." Aristoteles erklärt durch seinen antiperistatischen Proceß, durch Wärme-Polarität, was die neuere Physik durch Leitung, Strahlung, Verdampfung, Veränderung der Wärme-Capacität zu erklären weiß. S. die scharfsinnigen Betrachtungen von Paul Erman in den Abhandl. der Berliner Akademie auf das Jahr 1825 S. 128.

23 (S. 10.) „Durch die Bewegung der Himmelssphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdischen Erscheinungen hervorgerufen." Aristot. Meteorol. I, 2 p. 339 und de gener. et corrupt. II, 10 p. 336.

24 (S. 10.) Aristot. de Coelo lib. I cap. 9 pag. 279, lib. II cap. 3 pag. 286, lib. II cap. 13 pag. 292 Bekker (vergl. Diese Bd. I. S. 352—357).

25 (S. 10.) Aristot. Phys. auscult. lib. II cap. 8 pag. 199, de Anima lib. III cap. 12 pag. 434, de Animal. generat. lib. V cap. 1 p. 778 Bekker.

26 *(S. 10.) Arist. Meteorol.* XII, p. 1074, zu welcher Stelle eine *bemerkenswerthe Erläuterung im Commentar* des Alexander Aphrodisiensis enthalten

ist. Die Gestirne sind nicht seelenlose Körper, sie sind vielmehr als handelnde und lebendige Wesen zu betrachten (Arist. de Coelo lib. II cap. 12 p. 292). Sie sind das Göttlichere unter dem Erscheinenden, τὰ θειότερα τῶν φαινομένων (Aristot. de Coelo lib. I cap. 9 p. 278 und lib. II cap. 1 p. 284). In der kleinen Pseudo-Aristotelischen Schrift de Mundo, in welcher oft eine religiöse Stimmung vorherrscht (von der erhaltenden Allmacht Gottes cap. 6 p. 400), wird der hohe Aether auch göttlich genannt (cap. 2 p. 392). Was der phantasiereiche Kepler im Mysterium cosmographicum (cap. 20 p. 71) „bewegende Geister, animae motrices", nennt: ist die verworrene Idee einer Kraft (virtus), welche in der Sonne (anima mundi) ihren Hauptsitz hat, nach den Gesetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und die Planeten in elliptischen Bahnen umtreibt. (Vergl. Apelt, Epochen der Gesch. der Menschheit Bd. I. S. 274.)

27 (S. 11.) Kosmos Bd. II. S. 175—182.

28 (S. 11.) Vergl. die scharfsinnige und gelehrte Bearbeitung der Werke des Philosophen von Nola in der Schrift: Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 129, 149 und 201.

29 (S. 11.) Verbrannt zu Rom am 17 Februar 1600, nach der Sentenz: ut quam clementissime et citra sanguinis effusionem puniretur. Bruno war sechs Jahre unter den Bleidächern in Venedig, zwei Jahre in der Inquisition zu Rom gefangen gewesen. Als das Todesurtheil ihm verkündigt ward, sagte der nichtgebeugte Mann die schönen, muthigen Worte: majori forsitan cum timore sententiam in me fertis quam ego accipiam. Aus Italien flüchtig (1560): lehrte er in Genf, in Lyon, Toulouse, Paris, Oxford, Marburg, Wittenberg (das er Deutschlands Athen nennt), Prag, Helmstedt, wo er 1589 die wissenschaftliche Ausbildung des Herzogs Heinrich Julius von Braunschweig-Wolfenbüttel vollendete (Bartholmèß T. I. p. 167—178), und seit 1592 in Padua.

30 (S. 12.) Bartholmèß T. II. p. 219, 232 und 370. Ueber die große Himmelsbegebenheit des plötzlich (1572) in der Cassiopea auflodernden neuen Sternes hat Bruno die einzelnen Beobachtungen sorgfältig zusammengestellt. Seine naturphilosophischen Beziehungen zu zweien seiner calabresischen Landsleute, Bernardino Telesio und Thomas Campanella, wie zu dem platonisirenden Cardinal Nicolaus Krebs aus Cusa (s. Kosmos Bd. II. S. 324) sind in neueren Zeiten vielfach geprüft worden.

31 (S. 12.) „Si duo lapides in aliquo loco Mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius *moles* in comparatione. Si luna et terra non retinerentur vi animali (!) aut alia aliqua aequipollente, quaelibet in suo circuitu, Terra adscenderet ad Lunam quinquagesima quarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibi jungerentur, posito tamen quod substantia utriusque sit unius et ejusdem

densitatis.“ Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis de Motibus Stellae Martis 1609 Introd. fol. V. Ueber die älteren Ansichten von der Gravitation s. Kosmos Bd. II. S. 216, 323.

32 (S. 12.) „Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquae marinae omnes elevarentur et in corpus Lunae influerent. Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad terras, et prolectat aquas quacunque in verticem loci incidit sub Zonam torridam, quippe in occursum suum quacunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusis, sensibiliter ibi ubi sunt latissimi alvei Oceani propinqui, aquisque spaciosa reciprocationis libertas.“ (Kepler l. c.) „Undas a Luna trahi ut ferrum a Magnete ....“ Kepleri Harmonices Mundi libri quinque 1619 lib. IV cap. 7 p. 162. Dieselbe Schrift, welche so viel herrliches darbietet, ja die Begründung des wichtigen dritten Gesetzes (nach dem die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten sich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen): wird durch die muthwilligsten Phantasiespiele über die Respiration, die Nahrung und die Wärme des Erdthieres; über des Thieres Seele, sein Gedächtniß (memoria animae Terrae), ja seine schaffende Einbildungskraft (animae Telluris imaginatio) verunstaltet. Der große Mann hielt so fest an diesen Träumereien, daß er mit dem mystischen Verfasser des Macrocosmos, Robert Fludd aus Oxford (der an der Erfindung des Thermometers Theil haben soll), über das Prioritätsrecht der Ansichten vom Erdthiere ernsthaft haderte (Harm. Mundi p. 252). — Massen-Anziehung wird in Keplers Schriften oft mit magnetischer Anziehung verwechselt. „Corpus Solis esse magneticum. Virtutem, quae Planetas movet, residere in corpore Solis.“ (Stella Martis Pars III cap. 32 und 34.) Jedem Planeten wurde eine Magnet-Achse zugeschrieben, welche stets nach einer und derselben Weltgegend gerichtet ist. (Apelt, Joh. Kepler's astron. Weltansicht 1849 S. 73.)

33 (S. 12.) Vergl. Kosmos Bd. II. S. 226 und 331 Anm. 55.

34 (S. 13.) La Vie de Mr. Des-Cartes (par Baillet) 1691 P. I. p. 197 und Oeuvres de Descartes publiées par Victor Cousin T. I. 1824 p. 101.

35 (S. 13.) Lettres de Descartes au P. Mersenne du 19 Nov. 1633 et du 5 Janvier 1634 (Baillet P. I. p. 244—247).

36 (S. 13.) Die lateinische Uebersetzung führt den Titel: Mundus sive Dissertatio de Lumine ut et de aliis Sensuum Objectis primariis. S. R. Descartes, Opuscula posthuma physica et mathematica Amst. 1704.

37 (S. 13.) „Lunam aquis carere et aëre: Marium similitudinem in Luna nullam reperio. Nam regiones planas quae montosis multo obscuriores sunt, quasque vulgo pro maribus haberi video et oceanorum nominibus insigniri, in his ipsis, longiore telescopio inspectis, cavitates exiguas inesse comperio rotundas, umbris intus cadentibus; quod maris superficiei convenire nequit: tum ipsi campi illi latiores non prorsus

aequabilem superficiem praeferunt, cum diligentius eas intuemur. Quodcirca maria esse non possunt, sed materia constare debent minus candicante, quam quae est partibus asperioribus, in quibus rursus quaedam viridiori lumine caeteras praecellunt.“ Hugenii Cosmotheoros ed. alt. 1699 lib. II. p. 114. Auf dem Jupiter vermuthet aber Huygens viel Sturm und Regen, denn: ventorum flatus ex illa nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur (lib. I. p. 69). Die Träume von Huygens über die Bewohner ferner Planeten, eines strengen Mathematikers eben nicht würdig, sind leider von Immanuel Kant in seinem vortrefflichen Werke: allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels 1755 (S. 173—192) erneuert worden.

38 (S. 14.) Laplace (des oscillations de l'atmosphère, du flux solaire et lunaire) in der Mécanique céleste livre IV und in der exposition du Syst. du Monde 1824 p. 291—296.

39 (S. 14.) „Adjicere jam licet de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente et in iisdem latente, cujus vi et actionibus particulae corporum ad *minimas distantias* se mutuo *attrahunt* et contiguae factae cohaerent.“ Newton, Principia Phil. Nat. (ed. Le Seur et Jacquier 1760) Schol. gen. T. III. p. 676. Vergl. auch Newton, Opticks (ed. 1718) Query 31 p. 305 und 353, 367 und 372. (Laplace, Syst. du Monde p. 384; Kosmos Bd. I. S. 37 und 48.)

40 (S. 15.) „Hactenus phaenomena caelorum et maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi. Oritur utique haec vis a causa aliqua, quae penetrat ad usque centra solis et planetarum, sine virtutis diminutione; quaeque agit non pro quantitate superficierum particularum, in quas agit (ut solent causae mechanicae), sed pro quantitate materiae solidae. — Rationem harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo. Satis est quod gravitas revera existat et agat secundum leges a nobis expositas.“ Newton, Principia Phil. Nat. p. 676. — „To tell us that every species of things is endow'd with an occult specifick quality by which it acts and produces manifest effects, is to tell us nothing: but to derive two or three general principles of motion from phaenomena, and afterwards to tell us how the properties and actions of all corporeal things follow from those manifest principles, would be a very great step in Philosophy, though the causes of those principles were not yet discovered: and therefore I scruple not to propose the principles of motion and leave their causes to be found out.“ Newton, Opticks p. 377. Früher, Query 31 p. 351, heißt es: „Bodies act one upon another by the attraction of gravity, magnetism and electricity, and it is not improbable that there may be more attractive powers than these. How these attractions may be performed, I do not here consider. *What I call attraction*, may be performed by *impulse* or by some other *means unknown to me*. I use that word here to signify only in general

any force by which bodies tend towards one another, what soever be the cause."

41 (S. 15.) „I suppose the rarer aether within bodies and the denser without them." Operum Newtoni Tomus IV. (ed. 1782 Sam. Horsley) p. 386, mit Anwendung auf die Erklärung der von Grimaldi entdeckten Diffraction oder Lichtbeugung. Am Schlusse des Briefes von Newton an Robert Boyle vom Febr. 1678 p. 394 heißt es: „I shall set down one conjecture more which came into my mind: it is about the cause of gravity ....." Auch die Correspondenz mit Oldenburg vom December 1675 beweist, daß der große Mann damals den Aether-Hypothesen nicht abgeneigt war. Nach diesen sollte der Stoß des materiellen Lichtes den Aether in Schwingung setzen; die Schwingungen des Aethers allein, welcher Verwandtschaft mit einem Nerven-Fluidum hat, erzeugten nicht das Licht. S. über den Streit mit Hooke Horsley's Ausgabe T. IV. p. 378—380.

42 (S. 15.) Brewster, life of Sir Isaac Newton p. 303-305.

43 (S. 15.) Die Erklärung, not to take gravity for an essential property of bodies, welche Newton im second Advertisement giebt, contrastirt mit den Attractions- und Repulsions-Kräften, welche er allen Massentheilchen (molécules) zuschreibt, um nach der Emissions-Theorie die Phänomene der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen von spiegelnden Flächen „vor der wirklichen Berührung" zu erklären. (Newton, Opticks Book II Prop. 8 p. 241 und Brewster a. a. O. p. 301.) Nach Kant (s. die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft 1800 S. 28) kann die Existenz der Materie nicht gedacht werden ohne diese Kräfte der Anziehung und Abstoßung. Alle physischen Erscheinungen sind deshalb nach ihm wie nach dem früheren Goodwin Knight (Philos. Transact. 1748 p. 264) auf den Conflict der zwei Grundkräfte zurückzuführen. In den atomistischen Systemen, die Kant's dynamischen Ansichten diametral entgegengesetzt sind, wurde durch eine Annahme, welche besonders durch Lavoisier sich weit verbreitete, die Anziehungskraft den discreten starren Grundkörperchen (molécules), aus denen alle Körper bestehen sollen; die Abstoßungskraft aber den Wärmestoff-Atmosphären, welche die Grundkörperchen umgeben, zugeschrieben. In dieser Hypothese, welche den sogenannten Wärmestoff als eine stetig ausgedehnte Materie betrachtet, werden demnach zweierlei Materien, d. i. zweierlei Elementarstoffe, wie in der Mythe von zwei Aether-Arten (Newton, Opt. Query 28 p. 339), angenommen. Man fragt dann, was wiederum jene Wärme-Materie ausdehnt? Betrachtungen über die Dichtigkeit der molécules in Vergleich mit der Dichtigkeit ihrer Aggregate (der ganzen Körper) leiten nach atomistischen Hypothesen zu dem Resultate: daß der Abstand der Grundkörperchen von einander weit größer als ihr Durchmesser ist.

44 (S. 16.) Kosmos Bd. I. S. 63—66.

45 (S. 16.) A. a. O. Bd. I. S. 24 und 33—37.

46 (S. 16.) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke Bd. I. S. 23.

A.

Ergebnisse der Beobachtung

aus dem

uranologischen Theile

der physischen Weltbeschreibung.

Wir beginnen wieder mit den Tiefen des Weltraumes und den fernen Sporaden der Sternschwärme, welche dem teleskopischen Sehen als schwach aufglimmende Nebelflecke erscheinen. Stufenweise steigen wir herab zu den um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden, oft zweifarbigen Doppelsternen; zu den näheren Sternschichten, deren eine unser Planetensystem zu umschließen scheint; durch dieses Planetensystem zu dem luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, das wir bewohnen. Es ist schon in dem Eingange des allgemeinen Naturgemäldes[1] angedeutet worden, daß dieser Ideengang dem eigentlichen Charakter eines Werkes über den Kosmos allein angemessen ist: da hier nicht, den Bedürfnissen unmittelbarer sinnlicher Anschauung entsprechend, von dem heimischen, durch organische Kräfte auf seiner Oberfläche belebten, irdischen Wohnsitze begonnen und von den scheinbaren Bewegungen der Weltkörper zu den wirklichen übergegangen werden kann.

Das uranologische Gebiet, dem tellurischen entgegengesetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Astrognosie oder den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnen- und Planetensystem umfaßt. Wie unvollkommen und ungenügend eine solche Nomenclatur, die Bezeichnung solcher Abtheilungen ist, braucht hier nicht wiederholt entwickelt zu werden. Es sind in den Naturwissenschaften Namen eingeführt worden, ehe man die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre strengere Begrenzung hinlänglich kannte.[2] Das Wichtigste bleibt die Verkettung der Ideen und die Anreihung, nach der die Objecte behandelt werden sollen. Neuerungen in den Namen der Gruppen, Ablenkung vielgebrauchter Namen von ihrer bisherigen Bedeutung wirken entfremdend und zugleich Verwirrung erregend.

α. Astrognosie (Fixsternhimmel).

Nichts ist ruhend im Weltraum; auch die Fixsterne sind es nicht: wie zuerst Halley[3] an Sirius, Arcturus und Aldebaran darzuthun versuchte, und die neuere Zeit unwidersprechlich bei vielen erwiesen hat. Der helle Stern im Ochsenhüter Arcturus hat in den 2100 Jahren (seit Aristillus und Hipparch), die er beobachtet wird, um drittehalb Vollmond-Breiten seinen Ort verändert gegen die benachbarten schwächeren Sterne. Enke bemerkt, „daß der Stern μ in der Cassiopeja um $3^1/_2$, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmond-Breiten von ihrer Stelle gerückt erschienen sein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug gewesen wären, um es anzuzeigen". Schlüsse, auf Analogien gegründet, berechtigen zu der Vermuthung, daß überall fortschreitende und auch wohl rotirende Bewegung ist. Der Name Fixstern leitet auf irrige Voraussetzungen; man mag ihn in seiner ersten Deutung bei den Griechen auf das Eingeheftet-Sein in den krystallenen Himmel; oder nach späterer, mehr römischer Deutung auf das Feste, Ruhende beziehen. Eine dieser Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechischen Alterthum, wenigstens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ionischen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alcmäon, wurden alle Gestirne eingetheilt in wandelnde (ἀστρα πλανώμενα oder πλανητά) und in nicht wandelnde, feste Sterne (ἀπλανεῖς ἀστέρες oder ἀπλανῆ ἄστρα).[4] Neben dieser allgemein gebrauchten Benennung der Fixsterne, welche Macrobius im Somnium Scipionis durch Sphaera nplanes latinisirt[5], findet sich bei Aristoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixsterne der Name eingehefteter Gestirne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, statt ἀπλανῆ.[6] Aus dieser Wortform sind entstanden: bei Cicero sidera infixa coelo; bei Plinius stellas, quas putamus affixas; ja bei Manilius astra fixa, ganz wie unsere Fixsterne.[7] Die Idee des Eingeheftet-Seins leitete auf den Nebenbegriff der Unbeweglichkeit, des fest an einer Stelle Bleibens; und so wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateinischen Uebersetzungen, die ursprüngliche Bedeutung des Worts infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt, und die Idee der Unbeweglichkeit allein festgehalten. Den Anstoß dazu finden wir schon in der sehr rhetorischen Stelle des Seneca (Nat. Quaest. VII, 24) über die Möglichkeit neue Planeten zu entdecken: „credis autem in hoc maximo et pulcherrimo corpore inter innumerabiles stellas, quae noctem decore vario distinguunt, quae aëra minime vacuum et inertem esse patiuntur, quinque solas esse, quibus exercere se liceat; *ceteras stare, fixum et immobilem populum?*" Dies stille, unbewegliche Volk ist nirgends zu finden.

Um die Hauptresultate wirklicher Beobachtung und die Schlüsse oder Vermuthungen, zu welchen diese Beobachtungen führen, bequem in Gruppen zu vertheilen, sondere ich in der astrognostischen Sphäre der Weltbeschreibung von einander ab:

1) die Betrachtungen über den Weltraum und was ihn zu erfüllen scheint;

2) das natürliche und teleskopische Sehen, das Funkeln der Gestirne, die Geschwindigkeit des Lichts und die photometrischen Versuche über die Intensität des Sternenlichtes;

3) die Zahl, Vertheilung und Farbe der Sterne; die Sternhaufen (Sternschwärme) und die Milchstraße, welche mit wenigen Nebelflecken gemengt ist;

4) die neu-erschienenen und die verschwundenen Sterne, die periodisch veränderlichen;

5) die eigene Bewegung der Fixsterne, die problematische Existenz dunkeler Weltkörper, die Parallaxe und gemessene Entfernung einiger Fixsterne;

6) die Doppelsterne und die Zeit ihres Umlaufs um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt;

7) die Nebelflecke, welche in den Magellanischen Wolken mit vielen Sternhaufen vermischt sind; die schwarzen Flecken (Kohlensäcke) am Himmelsgewölbe.

I.

Der Weltraum, und Vermuthungen über das, was den Weltraum zwischen den Gestirnen zu erfüllen scheint.

Man ist geneigt die physische Weltbeschreibung, wenn sie von dem anhebt, was die fernsten Himmelsräume zwischen den geballten Weltkörpern ausfüllt und unseren Organen unerreichbar bleibt, mit den mythischen Anfängen der Weltgeschichte zu vergleichen. In der unendlichen Zeit wie im unendlichen Raume erscheint alles in ungewissem, oft täuschendem Dämmerlichte. Die Phantasie ist dann zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben.[8] Ein solches Geständniß kann genügen, denke ich, um vor dem Vorwurf zu bewahren, das, was durch unmittelbare Beobachtung oder Messung zu einer mathematischen Gewißheit erhoben worden, mit dem zu vermischen, was auf sehr unvollständige Inductionen gegründet ist. Wilde Träume gehören in die Romantik der physischen Astronomie. Ein durch wissen-

schaftliche Arbeiten geübter Sinn verweilt aber gern bei solchen Fragen, welche, in genauem Zusammenhange mit dem dermaligen Zustande unseres Wissens, wie mit den Hoffnungen, welche dieser Zustand erregt, schon von den ausgezeichnetsten Astronomen unserer Zeit einer ernsten Erörterung werth gehalten worden sind.

Durch den Einfluß der Gravitation oder allgemeinen Schwere, durch Licht und strahlende Wärme[9] stehen wir, wie man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, in Verkehr nicht bloß mit unserer Sonne, sondern auch mit allen anderen leuchtenden Sonnen des Firmaments. Die wichtige Entdeckung von dem Widerstande, welchen ein, den Weltraum füllendes Fluidum einem Cometen von fünfjähriger Umlaufszeit meßbar entgegensetzt, hat sich durch die genaue Uebereinstimmung der numerischen Verhältnisse vollständig bewährt. Auf Analogien gegründete Schlüsse können einen Theil der weiten Kluft ausfüllen, welche die sicheren Resultate einer mathematischen Naturphilosophie von den Ahndungen trennt, die auf die äußersten, und darum sehr nebeligen und öden Grenzen aller wissenschaftlichen Gedankenentwickelung gerichtet sind.

Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Aristoteles bezweifelt ward[10], folgt seine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile sind meßbar geworden; und die, alle unsere Fassungskraft überschreitenden Resultate der Messung werden gern von denen zusammengestellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wähnen durch staunen- und schreckenerregende Bilder physischer Größe den Eindruck der Erhabenheit astronomischer Studien vorzugsweise zu erhöhen. Die Entfernung des 61ten Sterns des Schwans von der Sonne ist 657000 Halbmesser der Erdbahn; und das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um diese Entfernung zu durchlaufen: während es in 8′ 17″,78 von der Sonne zur Erde gelangt. Sir John Herschel vermuthet nach einer sinnreichen Combination photometrischer Schätzungen[11], daß Sterne des großen Ringes der Milchstraße, die er im 20füßigen Teleskop aufglimmen sah, wären es neu entstandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den ersten Lichtstrahl zuzusenden. Alle Versuche solche numerischen Verhältnisse anschaulich zu machen scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden sollen, oder an der Größe der Zahl aus den Wiederholungen dieser Einheit. Bessel sagte sehr wahr[12]: daß „die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, nicht anschaulicher für uns ist als die Entfernung, die es in zehn Jahren zurücklegt. Dazu verfehlt ihren Zweck jede Bemühung eine Größe zu versinnlichen, welche alle auf der Erde zugänglichen weit überschreitet." Die unsere Fassungskraft bedrängende Macht der Zahlen bietet sich uns in den kleinsten Organismen des Thierlebens wie in der Milchstraße der selbstleuchtenden Sonnen dar,

die wir Fixsterne nennen. Welche Masse von Polythalamien schließt nicht nach Ehrenberg eine dünne Kreideschicht ein! Von der microscopischen Galionella distans enthält ein Cubikzoll nach diesem großen Naturforscher in der 40 Fuß hohen Bergkuppe des Biliner Polirschiefers 41000 Millionen Einzelthiere. Von Galionella ferruginea enthält der Cubikzoll über 1 Billion 750000 Millionen Individuen.[13] Solche Schätzungen erinnern an den Arenarius (ψαμμίτης) des Archimedes; an die Sandkörner, welche den Weltraum ausfüllen könnten! Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszusprechenden Zahlen und räumlicher Größe, von Dauer und langen Zeitperioden den Menschen an seine Kleinheit, an seine physische Schwäche, an das Ephemere seiner Existenz; so erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtsein, durch Anwendung und glückliche Selbstentwickelung der Intelligenz schon so Vieles und so Wichtiges von der Gesetzmäßigkeit der Natur, von der siderischen Weltordnung erforscht zu haben.

Wenn die Welträume, welche die Gestirne von einander trennen, nicht leer[14], sondern mit irgend einer Materie gefüllt sind: wie nicht bloß die Fortpflanzung des Lichtes, sondern auch eine besondere Art seiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Enckischen Cometen wirkende widerstehende (hemmende) Mittel, und die Verdunstung zahlreicher und mächtiger Cometenschweife zu beweisen scheinen; so müssen wir aus Vorsicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbestimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmische (nicht selbstleuchtende) Materie, und Welt-Aether, die letzte, uns aus dem frühesten süd- und west-asiatischen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieselben Ideen bezeichnet hat. Bei den indischen Naturphilosophen gehört der Aether (âkâ'sa) zum Fünfthum (pantschatâ); d. h. er ist eins von den fünf Elementen: ein Fluidum unendlicher Feinheit, welches das Universum, das ganze Weltall, durchdringt: sowohl der Anreger des Lebens als das Fortpflanzungsmittel des Schalles.[15] Etymologisch bedeutet âkâ'sa nach Bopp „leuchtend, glänzend, und steht demnach in seiner Grundbedeutung dem Aether der Griechen so nahe, als leuchten dem brennen steht."

Dieser Aether (αἰθήρ) war nach den Dogmen der ionischen Naturphilosophie, nach Anaxagoras und Empedocles, von der eigentlichen, gröberen (dichteren), mit Dünsten gefüllten Luft (ἀήρ), die den Erdkreis umgiebt „und vielleicht bis zum Monde reicht", ganz verschieden. Er war „feuriger Natur: eine reine Feuerluft; hellstrahlend[16], von großer Feinheit (Dünne) und ewiger Heiterkeit." Mit dieser Definition stimmt vollkommen die etymologische Ableitung von brennen (αἴθειν): die später sonderbar genug aus Vorliebe für mechanische Ansichten, wegen des beständigen Umschwunges und Kreislaufes, von Plato und Aristoteles wortspielend in eine andere (ἀεὶ θεῖν)

umgewandelt wurde.[17] Der Begriff der Feinheit und Dünne des hohen Aethers scheint nicht etwa Folge der Kenntniß reiner, von schweren Erddünsten mehr befreiter Bergluft, oder gar der mit der Höhe abnehmenden Dichte der Luftschichten gewesen zu sein. In so fern die Elemente der Alten weniger Stoff-Verschiedenheiten oder gar Einfachheit (Unzerlegbarkeit) von Stoffen als Zustände der Materie ausdrücken, wurzelt der Begriff des hohen Aethers (der feurigen Himmelsluft) in dem ersten und normalen Gegensatze von schwer und leicht, von unten und oben, von Erde und Feuer. Zwischen diesen Extremen liegen zwei mittlere Elementar-Zustände: Wasser, der schweren Erde; Luft, dem leuchten Feuer näher.[18]

Der Aether des Empedocles hat als ein den Weltraum füllendes Mittel nur durch Feinheit und Dünne Analogie mit dem Aether, durch dessen Transversal-Schwingungen die neuere Physik die Fortpflanzung des Lichtes und alle Eigenschaften desselben (doppelte Brechung, Polarisation, Interferenz) so glücklich nach rein mathematischer Gedankenentwickelung erklärt. In der Naturphilosophie des Aristoteles wird dazu noch gelehrt, daß der ätherische Stoff alle lebendigen Organismen der Erde, Pflanzen und Thiere, durchdringe; daß er ihnen das Princip der Lebenswärme, ja der Keim eines seelischen Principes werde, welches unvermischt mit dem Körper die Menschen zur Selbstthätigkeit anfache.[19] Diese Phantasien ziehen den Aether aus dem höheren Weltraum in die irdische Sphäre herab; sie zeigen ihn als eine überaus feine, den Luftkreis und starre Körper continuirlich durchdringende Substanz: ganz wie den schwingenden Licht-Aether bei Huygens, Hooke und den jetzigen Physikern. Was aber zunächst beide Hypothesen des Aethers, die ältere ionische und die neuere, von einander unterscheidet: ist die ursprüngliche, wenn auch von Aristoteles nicht ganz getheilte, Annahme des Selbstleuchtens. Die hohe Feuerluft des Empedocles wird ausdrücklich hellstrahlend (*παμφανόων*) genannt; und bei gewissen Erscheinungen von den Erdbewohnern durch Spalten und Risse (*χάσματα*), die in dem Firmamente sich bilden, in Feuerglanz gesehen.[20]

Bei dem jetzt so vielfach erforschten innigen Verkehr zwischen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus wird es für wahrscheinlich gehalten, daß, wie die Transversal-Schwingungen des den Weltraum erfüllenden Aethers die Erscheinungen des Lichts erzeugen, die thermischen und electro-magnetischen Erscheinungen auf analogen Bewegungsarten (Strömungen) beruhen. Große Entdeckungen über diese Gegenstände bleiben der Zukunft vorbehalten. Das Licht und die, von diesem unzertrennliche, strahlende Wärme sind für die nicht selbstleuchtenden Weltkörper, für die Oberfläche unseres Planeten eine Haupturſache aller Bewegung und alles organischen Lebens.[21] Selbst fern von der *Oberfläche, im* Inneren der Erdrinde, ruft die ein-

dringende Wärme electro-magnetische Strömungen hervor: welche auf Stoff-Verbindungen und Stoff-Zersetzungen, auf alle gestaltende Thätigkeit im Mineralreiche, auf die Störung des Gleichgewichts in der Atmosphäre, wie auf die Functionen vegetabilischer und animalischer Organismen ihren anregenden Einfluß ausüben. Wenn in Strömungen bewegte Electricität magnetische Kräfte entwickelt, wenn nach einer früheren Hypothese von Sir William Herschel[22] die Sonne selbst sich in dem Zustande „eines perpetuirlichen Nordlichts" (ich würde sagen eines electro-magnetischen Gewitters) befände; so wäre es nicht ungeeignet, zu vermuthen, daß auch in dem Weltraume das durch Aetherschwingungen fortgepflanzte Sonnenlicht von electro-magnetischen Strömungen begleitet sei.

Unmittelbare Beobachtung der periodischen Veränderung in der Declination, Inclination und Intensität hat freilich bisher in dem Erd-Magnetismus bei den verschiedenen Stellungen der Sonne [s. Zusätze am Schluß d. Bd.] oder des uns nahen Mondes keinen Einfluß mit Sicherheit offenbart. Die magnetische Polarität der Erde zeigt nicht Gegensätze, welche sich auf die Sonne beziehen und welche die Vorrückung der Nachtgleichen bemerkbar[23] afficirt. Nur die merkwürdige drehende oder schwingende Bewegung des ausströmenden Lichtkegels des Halleyschen Cometen, welche Bessel vom 12 zum 22 October 1835 beobachtete und zu deuten versuchte, hatte diesen großen Astronomen von dem Dasein einer Polarkraft: „von der Wirkung einer Kraft überzeugt, welche von der Gravitation oder gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verschieden sei: weil diejenigen Theile des Cometen, welche den Schweif bilden, die Wirkung einer abstoßenden Kraft des Sonnenkörpers[24] erfahren." Auch der prachtvolle Comet von 1744, den Heinsius beschrieben, hatte bei meinem verewigten Freunde zu ähnlichen Vermuthungen Anlaß gegeben.

Für minder problematisch als die electro-magnetischen Phänomene im Weltraum werden die Wirkungen der strahlenden Wärme gehalten. Die Temperatur des Weltraums ist nach Fourier und Poisson das Resultat der Wärmestrahlung der Sonne und aller Gestirne, vermindert durch die Absorption, welche die Wärme erleidet, indem sie den „mit Aether" gefüllten Raum durchläuft.[25] Dieser Sternenwärme geschieht schon bei den Alten (bei Griechen und Römern[26]) mehrfach Erwähnung: nicht bloß weil nach einer allgemein herrschenden Voraussetzung die Gestirne der Region des feurigen Aethers angehören; sondern weil sie selbst feuriger Natur[27], ja nach der Lehre des Aristarch von Samos Fixsterne und Sonne Einer Natur sind. In der neuesten Zeit ist durch die zwei großen französischen Mathematiker, welche wir eben genannt, das Interesse für die ohngefähre Bestimmung der Temperatur der Welträume um so lebhafter angeregt worden, als man endlich eingesehen hat, wie wichtig diese

Bestimmung wegen Wärmestrahlung der Erdoberfläche gegen das Himmelsgewölbe für alle thermischen Verhältnisse, ja man darf sagen für die ganze Bewohnbarkeit unseres Planeten ist. Nach der analytischen Theorie der Wärme von Fourier ist die Temperatur des Weltraums (des espaces planétaires ou célestes) etwas unter der mittleren Temperatur der Pole: vielleicht selbst noch unter dem größten Kältegrade, welchen man bisher in den Polargegenden beobachtet hat. Fourier schätzt sie demnach auf — 50° bis — 60° Cent. (— 40° bis 48° Réaum. unter dem Gefrierpunkte). Der Eispol (pôle glaciel), Punkt der größten Kälte, fällt eben so wenig mit dem Erdpole zusammen als der Wärme-Aequator (équateur thermal), der die wärmsten Punkte aller Meridiane verbindet, mit dem geographischen Aequator. Der nördliche Erdpol ist, aus der allmäligen Abnahme der Mittel-Temperaturen geschlossen, nach Arago — 25°: wenn das Maximum der im Januar 1834 im Fort Reliance (Br. 62° 46′) von Capitän Back gemessenen Kälte — 56°,6 (— 45°,3 Réaum.) war.[28] Die niedrigste uns bekannte Temperatur, welche man bisher auf der Erde überhaupt wahrgenommen hat, ist wohl die zu Jakutsk (Br. 62° 2′) am 21 Januar 1838 von Neveroff beobachtete. Der in allen seinen Arbeiten so genaue Middendorff hatte die Instrumente des Beobachters mit den seinigen verglichen. Neveroff fand die Kälte des genannten Tages — 60° Cent. (— 48° R.)

Zu den vielen Gründen der Unsicherheit eines numerischen Resultats für den thermischen Zustand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag das Mittel aus den Temperatur-Angaben der Eispole beider Hemisphären zu ziehen: da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entscheiden soll, noch so wenig bekannt sind. Die Behauptung Poisson's: daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmestrahlenden Sterne die verschiedenen Regionen des Weltraums eine sehr verschiedene Temperatur haben, und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnensystems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen seine innere Wärme erhalten habe[29]; hat für mich eine sehr geringe physikalische Wahrscheinlichkeit.

Ob der Temperatur-Zustand des Weltraumes, ob die Klimate der einzelnen Regionen desselben in dem Lauf der Jahrtausende großen Veränderungen ausgesetzt sind, hängt vorzüglich von der Lösung eines von Sir William Herschel lebhaft angeregten Problemes ab: sind die Nebelflecke fortschreitenden Gestaltungs-Processen unterworfen, indem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne, nach Attractions-Gesetzen, verdichtet? Durch eine solche Verdichtung des kosmischen Nebels nämlich muß, wie bei jedem Uebergange des Gasförmigen und Flüssigen zum Starren, Wärme entbunden werden.[30] Wenn nach den neuesten Ansichten, nach den wichtigen

Beobachtungen von Lord Rosse und Bond, es wahrscheinlich wird, daß alle Nebelflecke: selbst die, welche durch die größte Kraft der optischen Instrumente noch nicht ganz aufgelöst wurden, dicht zusammengedrängte Sternschwärme sind; so wird der Glaube an diese perpetuirlich anwachsende Wärme-Erzeugung allerdings etwas erschüttert. Aber auch kleine starre Weltkörper, die in Fernröhren als unterscheidbare leuchtende Punkte aufglimmen, können zugleich ihre Dichte verändern, indem sie sich zu größeren Massen verbinden; ja viele Erscheinungen, welche unser eigenes Planetensystem darbietet, leiten zu der Annahme, daß die Planeten aus einem dunstförmigen Zustande erstarrt sind, daß ihre innere Wärme dem Gestaltungs-Processe der geballten Materie ihren Ursprung verdankt.

Es muß auf den ersten Anblick gewagt erscheinen, eine so grausenvoll niedrige Temperatur des Weltraums, welche zwischen dem Gefrierpunkt des Queckſilbers und dem des Weingeistes liegt, den bewohnbaren Klimaten des Erdkörpers, dem Pflanzen- und Thierleben, wenn auch nur mittelbar, wohlthätig zu nennen; aber um die Richtigkeit des Ausdrucks zu begründen, braucht man nur an die Wirkung der Wärme-Ausstrahlung zu denken. Unsere durch den Sonnenkörper erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis selbst bis zu seinen obersten Schichten strahlen frei gegen den Himmelsraum. Der Wärmeverlust, den sie erleiden, entsteht aus dem thermischen Unterschiede des Himmelsraums und der Luftschichten, aus der Schwäche der Gegenstrahlung. Wie ungeheuer[31] würde dieser Verlust sein, wenn der Weltraum, statt der Wärme, welche wir durch — 60° eines Queckſilber-Thermometers nach Centesimal-Graden bezeichnen, eine viel niedrigere, z. B. — 800°, oder gar eine mehrere tausendmal geringere Temperatur hätte!

Es bleibt uns übrig noch zwei Betrachtungen über das Dasein eines den Weltraum füllenden Fluidums zu entwickeln: von denen die eine, schwächer begründete, auf eine beschränkte Durchsichtigkeit des Weltraums; die andere, auf unmittelbare Beobachtung gestützt und numerische Resultate liefernd, sich auf die regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Enckischen Cometen bezieht. Olbers in Bremen und, wie Struve bemerkt, achtzig Jahre früher Loys de Cheseaux in Genf[32] machten auf das Dilemma aufmerksam: es müsse, da man sich in dem unendlichen Weltraume keinen Punkt denken könne, der nicht einen Fixstern, d. i. eine Sonne darböte, entweder das ganze Himmelsgewölbe, wenn das Licht vollständig ungeschwächt zu uns gelangte, so leuchtend als unsere Sonne erscheinen; oder, wenn dem nicht so sei, eine Lichtschwächung im Durchgang durch den Weltraum angenommen werden, eine Abnahme der Licht-Intensität in stärkerem Maaße als in dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Indem wir nun einen solchen den ganzen

Himmel fast gleichförmig bedeckenden Lichtglanz, dessen auch Halley[33] nach einer von ihm verworfenen Hypothese gedenkt, nicht bemerken; so muß, nach Cheseaux, Olbers und Struve, der Weltraum keine vollkommene und absolute Durchsichtigkeit haben. Resultate, die Sir William Herschel aus Stern-Aichungen[34] und aus sinnreichen Untersuchungen über die raumdurchdringende Kraft seiner großen Fernröhre gezogen, scheinen zu begründen: daß, wenn das Licht des Sirius auf seinem Wege zu uns durch ein gasförmiges oder ätherisches Fluidum auch nur um $^1/_{800}$ geschwächt würde; diese Annahme, welche das Maaß der Dichtigkeit eines lichtschwächenden Fluidums gäbe, schon hinreichen könnte die Erscheinungen, wie sie sich darbieten, zu erklären. Unter den Zweifeln, welche der berühmte Verfasser der neuen outlines of Astronomy gegen Olbers und Struve aufstellt, ist einer der wichtigsten, daß sein zwanzigfüßiges Teleskop in dem größten Theile der Milchstraße, in beiden Hemisphären, ihm die kleinsten Sterne auf schwarzem Grunde projicirt[35] zeigt.

Einen besseren und, wie schon oben gesagt, durch unmittelbare Beobachtung begründeten Beweis von dem Dasein eines widerstandleistenden, hemmenden Fluidums[36] liefern der Enckische Comet und die scharfsinnigen, so wichtigen Schlußfolgen, auf welche derselbe meinen Freund geleitet hat. Das hemmende Mittel muß aber von dem alles durchdringenden Lichtäther verschieden gedacht werden: weil dasselbe nur Widerstand leisten kann, indem es das Starre nicht durchdringt. Die Beobachtungen erfordern zur Erklärung der verminderten Umlaufszeit (der verminderten großen Axe der Ellipse) eine Tangentialkraft, und die Annahme des widerstehenden Fluidums gewährt diese am directesten.[37] Die größte Wirkung äußert sich in den nächsten 25 Tagen vor dem Durchgange des Cometen durch das Perihel, und in den 25 Tagen, welche auf den Durchgang folgen. Der Werth der Constante ist also etwas verschieden, weil nahe am Sonnenkörper die so dünnen, aber doch gravitirenden Schichten des hemmenden Fluidums dichter sind. Olbers[38] behauptete, daß das Fluidum nicht in Ruhe sein könne, sondern rechtläufig um die Sonne rotire; und deshalb müsse der Widerstand gegen rückläufige Cometen, wie der Halley'sche, ganz anders sein als gegen den rechtläufigen Enckischen Cometen. Die Perturbations-Rechnungen bei Cometen von langem Umlaufe und die Verschiedenheit der Massen und Größen der Cometen verwickeln die Resultate, und verhüllen, was einzelnen Kräften zuzuschreiben sein könnte.

Die dunstartige Materie, welche den Ring des Thierkreislichtes bildet, ist, wie Sir John Herschel[39] sich ausdrückt, vielleicht nur der dichtere Theil des cometen-hemmenden Fluidums selbst. Wenn auch schon erwiesen wäre, daß alle Nebelflecke nur undeutlich gesehene, zusammengedrängte Sternschwärme sind; so steht doch wohl die Thal-

sache fest, daß eine Unzahl von Cometen durch das Verdi
ihrer bis 14 Millionen Meilen langen Schweife den Weltrau
Materie erfüllen. Arago hat aus optischen Gründen sinnre
zeigt[40], wie die veränderlichen Sterne, welche immer weißei
und in ihren periodischen Phasen nie eine Färbung zeigen, ein
darbieten könnten die obere Grenze der Dichtigkeit zu besti
welche dem Welt-Aether zuzuschreiben ist, wenn man denselben
seinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdischen Flüssi
gleich setzt.

Mit der Frage von der Existenz eines ätherischen Flu
welches die Welträume füllt, hängt auch die, von Wollasto
lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmosphäre zusa
eine Begrenzung, welche in der Höhe statt finden muß, wo d
cifische Elasticität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht
Faraday's scharfsinnige Versuche über die Grenze einer Que
Atmosphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergesch
Queckfilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen sc
haben der Annahme einer bestimmten Oberfläche des Luftkreises,
der Oberfläche der Meere", ein größeres Gewicht gegeben. Kan
dem Weltraum sich etwas gasartiges unserem Luftkreise bei
und meteorologische Veränderungen hervorbringen? Newton[42]
Frage meist bejahend berührt. Wenn man Sternschnuppen un
teorsteine für planetarische Asteroiden hält, so darf man w
Vermuthung wagen: daß mit den Strömen des sogenannten Nor
Phänomens[43], wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von
schnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlic
scheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etw
dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und
magnetische Processe anregen konnte.

Anmerkungen.

1 (S. 4.) Kosmos Bd. I. S. 52 und 55.

2 (S. 5.) A. a. O. S. 34.

3 (S. 5.) Halley in den Philos. Transact. for 1717 Vol. XXX. p. 736.

4 (S. 5.) Pseudo-Plut. de plac. Philos. II, 15—16; Stob. eclog. phys. p. 582, Plato im Tim. p. 40.

5 (S. 5.) Macrob. somnium Scip. I, 9—10; stellae inerrantes bei Cicero de natura deorum III, 20.

6 (S. 5.) Die Hauptstelle für den technischen Ausdruck ἐνδελεχῆ σώματα ist Aristot. de Coelo II, 8 p. 289 lin. 34, p. 290 lin. 19 Bekker. Es hatte diese Veränderung der Nomenclatur schon früher bei meinen Untersuchungen über die Optik des Ptolemäus und seine Versuche über die Strahlenbrechung meine Aufmerksamkeit lebhaft auf sich gezogen. Herr Professor Franz, dessen philologische Gelehrsamkeit ich oft und gern benutze, erinnert, daß auch Ptolemäus (Syntax VII, 1) von den Fixsternen sagt: ὡσανεὶ προσηλωμένους, wie angeheftet. Ueber den Ausdruck σφαῖρα ἀπλανής (orbis inerrans) bemerkt Ptolemäus tadelnd: „in so fern die Sterne ihre Abstände stets zu einander bewahren, können wir sie mit Recht ἀπλανεῖς nennen; in so fern aber die ganze Sphäre, in welcher sie gleichsam angewachsen ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat: ist die Benennung ἀπλανής für die Sphäre wenig passend."

7 (S. 7.) Cicero de natura deorum I, 13; Plin. II, 6 und 24; Manilius II, 35.

8 (S. 7.) Kosmos Bd. I. S. 59. (Vergl. die vortrefflichen Betrachtungen von Encke über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 7.)

9 (S. 7.) Kosmos Bd. I. S. 100.

10 (S. 8.) Aristot. de Coelo I, 7 p. 276 Bekker.

11 (S. 8.) Sir John Herschel, outlines of Astronomy 1849 § 803 p. 541.

12 (S. 8.) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 50.

13 (S. 8.) Ehrenberg in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 59, in den Infusionsthieren S. 170.

14 (S. 9.) Schon Aristoteles (Phys. auscult. IV, 6 bis pag. 213—217 Bekker) beweift gegen Leucipp und Democrit, daß es in der Welt keinen nicht erfüllten Raum kein Leeres gibt.

15 (S. 9.) „Âkâ'sa iſt nach Wilſon's Sanskrit-Wörterbuch: the subtle and aetherial fluid, supposed to fill and pervade the Universe, and to be the peculiar vehicle of life and sound. Das Wort âkâ'sa (leuchtend, glänzend) kommt von der Wurzel kâ's, leuchten, in Verbindung mit der Präpoſition â. Das Fünfthum aller Elemente heißt pantschatâ oder pantschatra; und der Todte wird ſonderbar genug erlangtes Fünfthum habend (prâpta-pantschatra), d. i. in die fünf Elemente aufgelöſt, genannt. So im Text des Amarakoscha, Amarasinha's Wörterbuchs." (Bopp.) — Von den fünf Elementen handelt Colebrooke's vortreffliche Abhandlung über die Sânkhya-Philoſophie in den Transact. of the Asiat. Soc. Vol. I. Lond. 1827 p. 31. Auch Strabo erwähnt ſchon nach Megaſthenes (XV § 59 pag. 713 Caſ.) des alles geſtaltenden fünften Elements der Inder, ohne es jedoch zu nennen.

16 (S. 9.) Empedocles v. 216 nennt den Aether *παμφαῶν*, hellſtrahlend, alſo ſelbſtleuchtend.

17 (S. 9.) Plato, Cratyl. 410 B, wo *ἀειθρὴς* vorkommt. Ariſtot. de Coelo I, 3 pag. 270 Bekk. gegen Anaxagoras; *αἰθέρα προσωνόμασαν τὸν ἀνωτάτω τόπον, ἀπὸ τοῦ θεῖν ἀεὶ τὸν αἰθιον χρόνον θέμενοι τὴν ἐπωνυμίαν αὐτῷ. Ἀναξαγόρας δὲ κατακέχρηται τῷ ὀνόματι τούτῳ οὐ καλῶς· ὄνομάζει γὰρ αἰθέρα ἀντὶ πυρός.* Umſtändlicher heißt es in Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 339 lin. 21—34 Bekk.: „Der ſogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaxagoras mit dem Feuer zu identificiren ſcheint: denn die obere Region ſei voll Feuer; und jener hielt es mit dieſer Region ſo, daß er ſie für Aether anſah; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper ſcheinen die Alten für etwas von Natur Göttliches angeſehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Subſtanz, welche bei uns nichts vergleichbares hat. Diejenigen aber, welche den umgebenden Raum, nicht bloß die darin ſich bewegenden Körper, für Feuer und, was zwiſchen Erde und den Geſtirnen iſt, für Luft halten: würden von dieſem kindiſchen Wahn wohl ablaſſen, wenn ſie die Reſultate der neueren Forſchungen der Mathematiker genau betrachten wollten." (Eben dieſe Etymologie des Wortes vom ſchnellen Umlaufe wiederholt der ariſtoteliſche oder ſtoiſche Verfaſſer des Buches de Mundo cap. 2 pag. 392 Bekker.) Profeſſor Franz hat mit Recht bemerkt: „daß das Wortſpiel von dem im ewigen Lauf begriffenen Körper (*σῶμα ἀεὶ θεόν*) und vom Göttlichen (*θεῖον*), deſſen die Meteorologica erwähnen, auffallend bezeichnend ſei für die griechiſche Phantaſie, und ein Zeugniß mehr gebe für die ſo wenig glückliche Behandlung der Etymologik bei den Alten." — Prof. Buſchmann macht auf ein Sanskritwort âsohtra für Aether, Luftkreis aufmerkſam, das dem griechiſchen *αἰθὴρ* ſehr ähnlich ſieht und ſchon von Vans Kennedy mit ihm zuſammengeſtellt worden iſt (ſ. deſſen researches into the origin and affinity of the principal languages of Asia and Europe 1828 p. 279); es läßt ſich auch für *dieſes Wort eine Wurzel* (as, asch) anführen, welcher von den Indern die Bedeutung von *glänzen, leuchten* beigelegt wird.

18 (S. 9.) Ariſtot. de Coelo IV, 1 und 3—4 pag. 308 und 311—312 Bekker. Wenn der Stagirite dem Aether den Namen eines fünften Elements verſagt, was freilich Ritter (Geſchichte der Philoſophie Th. III. S. 259) und Martin (études sur le Timée de Platon T. II. p. 150) läugnen; ſo iſt es nur, weil nach ihm dem Aether, als Zuſtand der Materie, ein Gegenſatz fehlt. (Vergl. Bieſe, Philoſophie des Ariſtoteles Bd. II. S. 66.) Bei den Pythagoreern ward der Aether als ein fünftes Element durch den fünften der regelmäßigen Körper, das aus 12 Pentagonen zuſammengeſetzte Dodecaëder, vorgeſtellt (Martin T. II. p. 245—259).

19 (S. 9.) Siehe die Beweisſtellen geſammelt bei Bieſe Bd. II. S. 93.

20 (S. 10.) Kosmos Bd. I. S. 99 und 255 Anm. 88.

21 (S. 10.) Vergl. die ſchöne Stelle über den Einfluß der Sonnenſtrahlen in John Herſchel, outlines of Astr. p. 237: „By the vivifying action of the sun's rays vegetables are enabled to draw support from inorganic matter and become, in their turn, the support of animals and of man, and the cources of those *great deposits of dynamical efficiency which are laid up for human use in our coal strata*. By them the waters of the sea are made to circulate in vapour through the air, and irrigate the land, producing springs and rivers. By them are produced all disturbances of the chemical equilibrium of the elements of nature, which, by a series of compositions and decompositions, give rise to new products, and originate a transfer of materials . . . . . .

22 S. 10.) Philos. Transact. for 1795 Vol. LXXXV. p. 318; John Herſchel, outlines of Astronomy p. 238; Kosmos Bd. I. S. 120 und 270 Anm. 33.

23 (S. 10.) Beſſel in Schumacher's aſtron. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 300 S. 201.

24 (S. 10.) Beſſel a. a. O. S. 186—192 und 229.

25 (S. 10.) Fourier, theorie analytique de la Chaleur 1822 p. IX (Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 350, T. IV. 1817 p. 128, T. VI. 1817 p. 259, T. XIII. 1820 p. 418). — Numeriſche Schätzungen des Verluſtes, welchen durch Abſorption die Sternen-Wärme (chaleur stellaire) im Aether des Weltraums erleidet, verſucht Poiſſon, théorie mathématique de la Chaleur § 196 p. 436, § 200 p. 447 und § 228 p. 521.

26 (S. 10.) Ueber die wärmende Kraft der Sterne ſ. Ariſtot. Meteor. I, 3 p. 340 lin. 28; und Seneca über die Höhe der Schichten des Luftkreiſes, welche das Minimum der Wärme haben, in Nat. Quaest. II, 10: „superiora enim aëris calorem vicinorum siderum sentiunt . . .“

27 (S. 11.) Plut. de plac. Philos. II, 13.

28 (S. 11.) Arago sur la température du Pôle et des espaces célestes *im Annuaire* du Bureau des Long. pour 1825 *p. 189 und pour 1834 p. 192*; Gaigey, Physique du Globe *1832 p. 60—78. Swanberg findet aus* Diskuſſionen über die Strahlenbrechung

für die Temperatur des Weltraums —50°,3 (Berzelius, Jahresbericht für 1830 S. 54); Arago aus Polar-Beobachtungen — 56°,7; Péclet — 600; Saigey durch die Wärme-Abnahme in der Atmosphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexico —65°, durch Thermometer-Messungen am Montblanc und bei der aëroſtatiſchen Reiſe von Gay-Luſſac — 77°; Sir John Herſchel (Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223) — 132° F., alſo — 91° Cent. Wie Poiſſon, da die Mittel-Temperatur von Melville-Inſel (Br. 74° 47′) ſchon 18°,7 iſt, für den Weltraum aus rein theoretiſchen Gründen, nach denen der Weltraum wärmer als die äußere Grenze der Atmoſphäre ſein ſoll (§ 227 p. 520), nur — 13°, und dagegen Pouillet nach actinometriſchen Verſuchen (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. 1838 p. 25—65) gar — 142° finden; muß Wunder nehmen und in dieſen intereſſanten Speculationen das Vertrauen zu den bisher eingeſchlagenen Wegen mindern.

29 (S. 11.) Poiſſon, théorie mathém. de la Chaleur p. 438. Nach ihm hat die Erhärtung der Erdſchichten von dem Centrum angefangen, und iſt von dieſem zur Oberfläche allmälig fortgeſchritten; § 193 p. 429. (Vergl. auch Kosmos Bd. I. S. 113 f.)

30 (S. 12.) Kosmos Bd. I. S. 56 und 93.

31 (S. 12.) „Where no atmosphere, a thermometer, freely exposed (at sunset) to the heating influence of the earth's radiation, and the cooling power of its own into space, would indicate a medium temperature between that of the celestial spaces (— 132° Fahr. = — 91° Cent.) and that of the earth's surface below it (82° F. = 27°,7 Cent. at the equator; — 3°,5 F. = — 19°,5 Cent. in the Polar Sea). Under the equator, then, it would stand, on the average, at — 25° F. = — 31°,9 Cent.; and in the Polar Sea at — 68° F. = — 55°,5 Cent. The presence of the atmosphere tends to prevent the thermometer so exposed from attaining these extreme low temperatures: first, by imparting heat by conduction; secondly by impeding radiation outwards." Sir John Herſchel im Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223. — „Si la chaleur des espaces planétaires n'existait point, notre atmosphère éprouverait un refroidissement, dont on ne peut fixer la limite. Probablement la vie des plantes et des animaux serait impossible à la surface du globe ou reléguée dans une étroite zone de cette surface." Saigey, Physique du Globe p. 77.

32 (S. 12.) Traité de la Comète de 1743, avec une Addition sur la force de la Lumière et sa Propagation dans l'éther, et sur la distance des étoiles fixes; par Loys de Cheseaux (1744). Ueber die Durchſichtigkeit des Weltraums von Olbers in Bode's Jahrbuch für 1826 S. 110—121; Struve, études d'Astronomie stellaire 1847 p. 83—93 und Note 95. Vergl. auch Sir John Herſchel, outlines of Astr. § 798 und Kosmos Bd. I. S. 98.

33 (S. 12.) Halley on the infinity of the Sphere of Fix'd

Stars in den Philos. Transact. Vol. XXXI. for the Year 1720 p. 22—26.

34 (S. 13.) Kosmos Bd. I. S. 59.

35 (S. 13.) „Throughout by far the larger portion of the extent of the Milky Way in both hemispheres, the *general blackness* of the ground of the heavens, on which its stars are projected, etc. . . . . In those regions where that zone is cleary resolved into stars well separated and seen projected *on a black ground*, and where we look out beyond them into space . . . . .“ Sir John Herschel, outlines p. 537 und 539.

36 (S. 13.) Kosmos Bd. I. S. 58, 72 und 238 Anm. 23; Laplace, essai philosophique sur les Probabilités 1825 p. 133; Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour 1832 p. 188, pour 1836 p. 216; John Herschel, outlines of Astr. § 577.

37 (S. 13.) Die schwingende Bewegung der Ausströmungen am Kopf einiger Cometen, wie dieselbe an dem Cometen von 1744 und durch Bessel am Halley'schen Cometen zwischen dem 12 und 22 October 1835 beobachtet worden ist (Schumacher, astron. Nachr. No. 300—302 S. 185—232), „kann bei einzelnen Individuen dieser Classe von Weltkörpern allerdings auf die translatorische Bewegung und Rotation Einfluß haben: ja auf Polarkräfte schließen lassen (S. 201 und 229), welche von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne verschieden sind“; aber die schon seit 63 Jahren so regelmäßig sich offenbarende Beschleunigung der $3^1/_3$jährigen Umlaufszeit des Enckischen Cometen darf doch wohl nicht als von einer Summe zufälliger Ausströmungen abhängig gedacht werden. Vergl. über diesen kosmisch wichtigen Gegenstand Bessel in Schum. astron. Nachr. No. 289 S. 6 und No. 310 S. 345—350 mit Encke's Abhandlung über die Hypothese des widerstehenden Mittels in Schum. No. 305 S. 265—274.

38 (S. 14.) Olbers in Schumacher's astron. Nachr. No. 268 S. 58.

39 (S. 14.) Outl. of Astr. § 556 und 597.

40 (S. 15.) „En assimilant la matière très rare qui remplit les espaces célestes, quant à ses propriétés réfringentes, aux gas terrestres, la densité de cette matière ne saurait dépasser une certaine limite, dont les observations des étoiles changeantes, p. e. celles d'Algol ou de β de Persée, peuvent assigner la valeur.“ Arago im Annuaire pour 1842 p. 336—345.

41 (S. 15.) Wollaston in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herschel, outl. § 34 und 36.

42 (S. 15.) Newton, Princ. mathem. T. III (1760) p. 671. „Vapores, qui ex sole et stellis fixis et *caudis cometarum* oriuntur, incidere *possunt* in atmosphaeras planetarum . . . . .“

43 (S. 15.) Kosmos Bd. I. S. 81 und 88.

II.

Natürliches und teleſcopiſches Sehen. — Funkeln der Geſtirne. Geſchwindigkeit des Lichtes. — Ergebniſſe aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanſchauung, iſt erſt ſeit drei Jahrhunderten, durch künſtliche, teleſcopiſche Steigerung ſeiner Kraft das großartigſte Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts Welträume; zur Erforſchung der Geſtaltung, phyſiſchen Beſchaf und Maſſen der Planeten ſammt ihren Monden geworden. Da Fernrohr wurde 1608, ſieben Jahre nach dem Tode des großen achters Tycho, conſtruirt. Schon waren nach einander durc Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die ſichelfö Geſtalt der Venus, der Saturnsring als Dreigeſtaltung Planeten, teleſcopiſche Sternſchwärme und der Nebelfleck der A meda[1] entdeckt: als ſich erſt 1634 dem um die Längen-Beobacht ſo verdienten franzöſiſchen Aſtronomen Morin der Gedanke d ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinſtruments zu befe und den Arcturus bei Tage aufzuſuchen.[2] Die Vervollkommnun Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schär Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, man nicht optiſche Werkzeuge mit aſtronomiſchen Inſtrument Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des M in Verhältniß geſetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs ausgeſpannt, welche de wendung des letzteren erſt ihren eigentlichen und zwar einen un baren Werth gab, wurde noch ſechs Jahre ſpäter, erſt 1640, dem jungen, talentvollen Gascoigne[3] erfunden.

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das teleſcopiſche S Erkennen und Meſſen nur 240 Jahre unſeres aſtronomiſchen Wi ſo zählen wir: ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Ch zu gedenken, bloß von Timocharis und Ariſtyllus an[4] bis z Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in Lage und Lauf der Geſtirne mit unbewaffnetem Auge beob worden iſt. Bei den vielen Störungen, welche in dieſer lange *riode, unter* den Völkern, die das Becken des Mittelmeeres un *nen, der Fortſchritt* der Cultur und die Erweiterung des Ideenk

erlitten hat: muß man über das erstaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmsten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltsysteme, Tycho von der Vervollkommnung der practischen Astronomie und ihren Methoden vor Erfindung des teleskopischen Sehens erkannt haben. Lange Röhren: deren sehr wahrscheinlich sich schon die Alten, mit Gewißheit die arabischen Astronomen bedienten, zum Absehen an Dioptern oder Spaltöffnungen; konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Hassan spricht sehr bestimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befestigt waren; auch wurde diese Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufsuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher sichtbar wurden als ohne dieselbe; so liegt, wie schon Arago bemerkt hat, die Ursache darin, daß die Röhre einen großen Theil des störenden diffusen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftschichten abhält, welche zwischen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben so hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des schwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den gesammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intensität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen scheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel bestrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geschieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Gestalt der Gestirne", irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung[5], gedacht.

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixsternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieselben Brechungs-Verhältnisse.[6] Aber die prismatischen Farbenbilder (Spectra) aus verschiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixsternen) zeigen eine Verschiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre), welche Wollaston 1808 zuerst entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre später mit so großer Genauigkeit bestimmt hat. Wenn dieser schon 600 dunkele Linien eigentliche Lücken, Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, so stieg in der Arbeit von Sir David Brewster (1833) die Zahl der Linien bei den schönen Versuchen mit Stickstoff-Oxyd auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewissen Jahreszeiten bestimmte Linien im Farbenbilde fehlten; aber Brewster hat gezeigt, daß die Erscheinung Folge der verschiedenen Sonnenhöhe und der verschiedenen Absorption der Lichtstrahlen beim Durchgang durch

II.

Natürliches und teleſcopiſches Sehen. — Funkeln der Geſtirne. — Geſchwindigkeit des Lichtes. — Ergebniſſe aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanſchauung, iſt erſt ſeit drittehalb Jahrhunderten, durch künſtliche, teleſcopiſche Steigerung ſeiner Sehkraft das großartigſte Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Weiträume; zur Erforſchung der Geſtaltung, phyſiſchen Beſchaffenheit und Maſſen der Planeten ſammt ihren Monden geworden. Das erſte Fernrohr wurde 1608, ſieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, conſtruirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die ſichelförmige Geſtalt der Venus, der Saturnsring als Dreigeſtaltung eines Planeten, teleſcopiſche Sternſchwärme und der Nebelfleck der Andromeda[1] entdeckt: als ſich erſt 1634 dem um die Längen-Beobachtungen ſo verdienten franzöſiſchen Aſtronomen Morin der Gedanke darbot ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinſtruments zu befeſtigen und den Arcturus bei Tage aufzuſuchen.[2] Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, wenn man nicht optiſche Werkzeuge mit aſtronomiſchen Inſtrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Meſſens in Verhältniß geſetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs ausgeſpannt, welche der Anwendung des letzteren erſt ihren eigentlichen und zwar einen unſchätzbaren Werth gab, wurde noch ſechs Jahre ſpäter, erſt 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne[3] erfunden.

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das teleſcopiſche Sehen, Erkennen und Meſſen nur 240 Jahre unſeres aſtronomiſchen Wiſſens: ſo zählen wir: ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Chineſen zu gedenken, bloß von Timocharis und Ariſtyllus an[4] bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Geſtirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden iſt. Bei den vielen Störungen, welche in dieſer langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeeres umwohnen, der Fortſchritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreiſes

erlitten hat: muß man über das erstaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmsten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltsyſteme, Tycho von der Vervollkommnung der practiſchen Aſtronomie und ihren Methoden *vor Erfindung des teleſcopiſchen Sehens* erkannt haben. Lange Röhren: deren ſehr wahrſcheinlich ſich ſchon die Alten, mit Gewißheit die arabiſchen Aſtronomen bedienten, zum Abſehen an Dioptern oder Spaltöffnungen; konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Haſſan ſpricht ſehr beſtimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befeſtigt waren; auch wurde dieſe Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufſuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher ſichtbar wurden als ohne dieſelbe; ſo liegt, wie ſchon Arago bemerkt hat, die Urſache darin, daß die Röhre einen großen Theil des *ſtörenden* diffuſen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftſchichten abhält, welche zwiſchen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben ſo hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des ſchwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den geſammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intenſität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen ſcheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel beſtrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch *Röhren* Erwähnung geſchieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Geſtalt der Geſtirne", irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung[5], gedacht.

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixſternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieſelben Brechungs-Verhältniſſe.[6] Aber die prismatiſchen Farbenbilder (Spectra) aus verſchiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixſternen) zeigen eine Verſchiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre), welche Wollaſton 1808 zuerſt entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre ſpäter mit ſo großer Genauigkeit beſtimmt hat. Wenn dieſer ſchon 600 dunkele Linien (eigentliche *Lücken*, Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, ſo ſtieg in der Arbeit von Sir David Brewſter (1833) die Zahl der Linien bei den ſchönen Verſuchen mit Stickſtoff-Oxyd auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewiſſen Jahreszeiten beſtimmte Linien im Farbenbilde fehlten; aber Brewſter hat gezeigt, daß die Erſcheinung Folge der verſchiedenen Sonnenhöhe und der verſchiedenen Abſorption der Lichtſtrahlen beim Durchgang durch

die Atmosphäre ist. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken giebt, erkennt man, wie wohl zu vermuthen stand, alle Eigenthümlichkeiten des Sonnenspectrums. Dagegen sind die dunkeln Linien des Spectrums des Sirius von denen des Castor oder anderer Fixsterne verschieden. Castor zeigt selbst andere Linien als Pollux und Procyon. Amici hat diese, schon von Fraunhofer angedeuteten Unterschiede bestätigt; und scharfsinnig darauf aufmerksam gemacht, daß bei Fixsternen von jetzt gleichem, völlig weißem Lichte die dunklen Linien nicht dieselben sind. Es bleibt hier noch ein weites und wichtiges Feld künftigen Untersuchungen geöffnet [7], um das sicher Aufgefundene von dem mehr Zufälligen, von der absorbirenden Wirkung der Luftschichten, zu trennen.

Einer anderen Erscheinung ist hier zu erwähnen, in welcher die specifische Eigenthümlichkeit der Lichtquelle einen mächtigen Einfluß äußert. Das Licht glühender fester Körper und das Licht des electrischen Funkens zeigen große Mannigfaltigkeit in der Zahl und Lage der dunkeln Wollaston'schen Linien. Nach den merkwürdigen Versuchen von Wheatstone mit Drehspiegeln soll auch das Licht der Reibungs-Electricität eine mindestens im Verhältniß von 3 zu 2 (das ist um volle 20980 geographische Meilen in Einer Zeitsecunde) größere Geschwindigkeit haben als das Sonnenlicht.

Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden sind, als zufällig das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergehenden Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung [8] der Polarisation leitete; hat: durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huygenschen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der Diffraction, dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden [9], in die Constitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hüllen [10] einzudringen, den Druck und den kleinsten Wassergehalt der Luftschichten zu messen, den Meeresboden und seine Klippen mittelst einer Turmalin-Platte [11] zu erspähen, ja nach Newton's Vorgange die chemische [12] Beschaffenheit (Mischung) mehrerer Substanzen [13] mit ihren optischen Wirkungen zu vergleichen. Es ist hinlänglich die Namen Airy, Arago, Biot, Brewster, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herschel, Lloyd, Malus, Neumann, Plateau, Seebeck .... zu nennen: um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichsten Anwendungen des neu Entdeckten dem wissenschaftlichen Leser ins Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben diese wichtigen Bestrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariscop und die beobachtete Stellung farbiger Diffractions-Fransen (Folgen der Interferenz) sind vielfach gebrauchte Hülfsmittel

der Erforschung geworden. Die Meteorologie hat auf dem neu gebahnten Wege nicht minder gewonnen als die physische Astronomie.

So verschieden auch die Sehkraft unter den Menschen ist, giebt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge eine gewisse Mittelstufe organischer Fähigkeit, die bei dem älteren Geschlechte (bei Griechen und Römern) dieselbe wie heut zu Tage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tausend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Astronomen 7ter Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Sehkraft unsichtbar blieben. Die Plejadengruppe besteht: aus einem Stern 3ter Größe, Alcyone; aus zweien 4ter, Electra und Atlas; dreien 5ter: Merope, Maja und Taygeta; zweien 6ter bis 7ter, Plejone und Celaeno; einem 7ter bis 8ter, Asterope; und vielen sehr kleinen telescopischen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung: denn bei den Alten wurden dieselben Namen theilweise anderen Sternen beigelegt. Nur die erstgenannten sechs Sterne 3ter, 4ter und 5ter Größe wurden mit Leichtigkeit gesehen.[14] Quae septem dici, sex tamen esse solent; sagt Ovidius (Fast. IV, 170). Man hielt eine der Atlas-Töchter, Merope: die einzige, die sich mit einem Sterblichen vermählt, für schaamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verschwunden. Sie ist wahrscheinlich der Stern fast 7ter Größe, welchen wir Celaeno nennen; denn Hipparch im Commentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich sieben Sterne erkenne. Man sah dann Celaeno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, steht dem Atlas, einem Stern 4ter Größe, zu nahe.

Der kleine Stern Alcor, unser Reuterchen, welcher nach Triesnecker in 11′ 48″ Entfernung von Mizar im Schwanz des großen Bären steht, ist nach Argelander 5ter Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saidak, der Prüfer, genannt; weil, wie der persische Astronom Kazwini[15] sagt, „man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte". Ich habe Alcor mit unbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des großen Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regenlosen Küste von Cumana und auf den 12000 Fuß hohen Ebenen der Cordilleren in großer Deutlichkeit: nur selten und ungewisser in Europa und in den trockenen Luftschichten der nord-asiatischen Steppen erkannt. Die Grenze, innerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr möglich ist, zwei sich sehr nahe stehende Objecte am Himmel von einander zu trennen, hängt, wie Mädler sehr richtig bemerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab. Die beiden mit *a* Capricorni bezeichneten Sterne 3ter und 4ter Größe werden in gegenseitiger Entfernung von $6\frac{1}{2}$ Minute ohne Mühe als getrennt erkannt. Galle glaubt noch bei sehr heiterer Luft, und ε Lyrae in $3\frac{1}{2}$ Minute Distanz mit bloßem Auge zu sondern, weil beide 4ter Größe sind.

Das Ueberglänzen durch die Strahlen des nahen Planeten ist auch die Haupturſache, warum die Jupiterstrabanten: welche aber nicht alle, wie man oft behauptet, einen Lichtglanz von Sternen 5ter Größe haben, dem unbewaffneten Auge unſichtbar bleiben. Nach neueren Schätzungen und Vergleichung meines Freundes, des Dr. Galle, mit nahe ſtehenden Sternen, iſt der dritte Trabant, der hellſte, vielleicht 5ter bis 6ter Größe: während die anderen bei wechſelnder Helligkeit 6ter bis 7ter Größe ſind. Nur einzelne Beiſpiele werden angeführt, wo Perſonen von außerordentlicher Scharfſichtigkeit, d. h. ſolche, welche mit bloßen Augen ſchwächere Sterne als die 6ter Größe deutlich erkennen, einzelne Jupiterstrabanten ohne Fernrohr geſehen haben. Die Angular-Entfernung des dritten, überaus hellen Trabanten iſt vom Centrum des Planeten 4′ 42″; die des vierten, welcher nur $^1/_6$ kleiner als der größte iſt, 8′ 16″: und alle Jupitersmonde haben, wie Arago behauptet [16], zuweilen auf gleicher Oberfläche ein intenſiveres Licht als der Planet; zuweilen erſcheinen ſie dagegen auf dem Jupiter als graue Flecken, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben. Die überdeckenden Strahlen und Schwänze, welche unſerem Auge als von den Planeten und Fixſternen ausgehend erſcheinen, und ſeit den früheſten Zeiten der Menſchheit in bildlichen Darſtellungen, beſonders bei den Aegyptern, die glänzenden Himmelskörper bezeichnen (Haſſenfratz erklärt ſie für Brennlinien, intersections de deux caustiques, auf der Kryſtalllinſe), haben mindeſtens 5 bis 6 Minuten Länge.

„Das Bild der Sterne, die wir mit bloßen Augen ſehen, iſt durch divergirende Strahlen vergrößert; es nimmt durch dieſe Ausdehnung auf der Netzhaut einen größeren Raum ein, als wenn es in einem einzelnen Punkte concentrirt wäre. Der Nerveneindruck iſt ſchwächer. Ein ſehr dichter Sternſchwarm, in welchem die einzelnen Sterne alle kaum 7ter Größe ſind, kann dagegen dem unbewaffneten Auge ſichtbar werden, weil die Bilder der vielen einzelnen Sterne ſich auf der Netzhaut über einander legen und daher jeder ſenſible Punkt derſelben, wie bei einem concentrirten Bilde, verſtärkt angeregt wird.“ [17]

Fernröhre und Teleſcope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, facticen Durchmeſſer. Nach den ſchönen Unterſuchungen von William Herſchel [18] nehmen aber dieſe Durchmeſſer ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der ſcharfſinnige Beobachter ſchätzte den ſcheinbaren Durchmeſſer von Wega der Leier bei der ungeheuren Vergrößerung von 6500 mal noch zu 0″,36. Bei terreſtriſchen Gegenſtänden beſtimmt außer der Beleuchtung auch die Form des Gegenſtandes die Größe des kleinſten Sehwinkels für das unbewaffnete Auge. Schon Adams hat ſehr richtig bemerkt, daß eine dünne lange Stange viel weiter ſichtbar iſt als ein Quadrat, deſſen Seite dem Durchmeſſer derſelben *gleich* iſt. Einen Strick ſieht man weiter als einen Punkt, auch wenn

deren Sichtbarkeit von dem zufälligen Zusammentreffen begünstigender Umstände abhängt, müssen nicht darum geläugnet werden, weil sie so selten sind.

Dieser Grundsatz findet, glaube ich, seine Anwendung auch auf das von dem immer so gründlichen Saussure behauptete Sehen der Sterne mit bloßen Augen bei hellem Tage am Abfall des Montblanc, auf der Höhe von 11970 Fuß. „Quelques-uns des guides m'ont assuré", sagt der berühmte Alpenforscher, „avoir vu des étoiles en plein jour; pour *moi je* n'y songeois pas, en sorte que je n'ai point été le témoin de ce phénomène; *mais l'assertion uniforme des guides ne me laisse aucun doute sur la réalité.*[22] Il faut d'ailleurs être entièrement à l'ombre, et avoir même au-dessus de la tête une masse d'ombre d'une épaisseur considérable, sans quoi l'air trop fortement éclairé fait évanouir la foible clarté des étoiles." Die Bedingungen sind also fast ganz dieselben, welche die Cisternen der Alten und der eben erwähnte Rauchfang dargeboten haben. Ich finde diese merkwürdige Behauptung (vom Morgen des 2 August 1787) in keiner anderen Reise durch die schweizer Gebirge wiederholt. Zwei kenntnißvolle, vortreffliche Beobachter, die Gebrüder Hermann und Adolph Schlagintweit, welche neuerlichst die östlichen Alpen bis zum Gipfel des Großglockners (12213 Fuß) durchforscht haben, konnten nie Sterne bei Tage sehen, noch haben sie die Sage unter den Hirten und Gemsjägern gefunden. Ich habe mehrere Jahre in den Cordilleren von Mexico, Quito und Peru zugebracht und bin so oft mit Bonpland bei *heiterem Wetter* auf Höhen von mehr als vierzehn- oder funfzehn-tausend Fuß gewesen, und nie habe ich oder später mein Freund Boussingault Sterne am Tage erkennen können: obgleich die Himmelsbläue so tief und dunkel war, daß sie an demselben Cyanometer von Paul in Genf, an welchem Saussure auf dem Montblanc 39° ablas, von mir unter den Tropen (zwischen 16000 und 18000 Fuß Höhe) im Zenith auf 46° geschätzt wurde.[23] Unter dem herrlichen, ätherreinen Himmel von Cumana, in der Ebene des Littorals, habe ich aber mehrmals und leicht, nach Beobachtung von Trabanten-Verfinsterungen, Jupiter mit bloßen Augen wieder aufgefunden und deutlichst gesehen, wenn die Sonnenscheibe schon 18° bis 20° über dem Horizont stand.

Es ist hier der Ort wenigstens beiläufig einer anderen optischen Erscheinung zu erwähnen, die ich, auf allen meinen Bergbesteigungen, nur Einmal: und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22 Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. Im Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuß über dem Meere, sah ich mit unbewaffnetem Auge tief stehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung. (S. Zusätze am Schluß d. Bd.) Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, *bewegten sich seitwärts* und fielen an die vorige Stelle

zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten, und hörte auf lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Meerhorizont. Dieselbe Bewegung war in einem Fernrohr sichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne selbst waren, die sich bewegten.[24] Gehörte diese Ortsveränderung zu der so viel bestrittenen lateralen Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenscheibe, so gering sie auch durch Messung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung scheinbar vergrößert. Fast nach einem halben Jahrhundert ist dieselbe Erscheinung des Sternschwankens: und genau an demselben Orte im Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von einem unterrichteten und sehr aufmerksamen Beobachter, dem Prinzen Adalbert von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in seinem handschriftlichen Tagebuche; er hatte sie eingetragen, ohne, vor seiner Rückkunft von dem Amazonenstrome, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz ähnliches gesehen.[25] Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftspiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der so verschiedenartigen Mischung ungleich erwärmter Luftschichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns so nahe ist und oft von wissenschaftlichen, mit Instrumenten versehenen Reisenden kurz vor Sonnenaufgang besucht wird, so darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternschwankens nicht wieder ganz verhallen werde.

Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, wie lange vor der großen Epoche der Erfindung des teleskopischen Sehens und seiner Anwendung auf Beobachtung des Himmels, also vor den denkwürdigen Jahren 1608 und 1610, ein überaus wichtiger Theil der Astronomie unseres Planetensystems bereits begründet war. Den ererbten Schatz des griechischen und arabischen Wissens haben Georg Purbach, Regiomontanus (Johann Müller) und Bernhard Walther in Nürnberg durch mühevolle, sorgfältige Arbeiten vermehrt. Auf ihr Bestreben folgt eine kühne und großartige Gedankenentwickelung, das System des Copernicus; es folgen der Reichthum genauer Beobachtungen des Tycho, der combinirende Scharfsinn und der beharrliche Rechnungstrieb von Kepler. Zwei große Männer, Kepler und Galilei, stehen an dem wichtigsten Wendepunkt, den die Geschichte der messenden Sternkunde darbietet; beide bezeichnen die Epoche, wo das Beobachten mit unbewaffnetem Auge, doch mit sehr verbesserten Meßinstrumenten, sich von dem teleskopischen Sehen scheidet. Galilei war damals schon 44, Kepler 37 Jahre alt; Tycho, der genaueste messende Astronom dieser großen Zeit, seit sieben Jahren todt. Ich habe schon

früher (Kosmos Bd. II. S. 226) erwähnt, daß Kepler's drei Gesetze, die seinen Namen auf ewig verherrlicht haben, von keinem seiner Zeitgenossen, Galilei selbst nicht ausgenommen, mit Lob erwähnt worden sind. Auf rein empirischem Wege entdeckt, aber für das Ganze der Wissenschaft folgereicher als die vereinzelte Entdeckung ungesehener Weltkörper: gehören sie ganz der Zeit des natürlichen Sehens, der Tychonischen Zeit, ja den Tychonischen Beobachtungen selbst an: wenn auch der Druck der Astronomia nova, seu Physica coelestis de motibus Stellae Martis erst 1609 vollendet; und gar das dritte Gesetz, nach welchem sich die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernung, erst in der Harmonice Mundi 1619 entwickelt wurde.

Der Uebergang des natürlichen zum teleskopischen Sehen, welcher das erste Zehnttheil des siebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Astronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdischen Räume das Jahr 1492 gewesen war, hat nicht bloß den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menschlichen Ideenkreises, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematische Wissen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung sinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menschheit. Dem Fernrohr allein verdanken wir in kaum drittehalb Jahrhunderten die Kenntniß von 13 neuen Planeten, von 4 Trabanten-Systemen (4 Monden des Jupiter, 8 des Saturn, 4, vielleicht 6 des Uranus, 1 des Neptun), von den Sonnenflecken und Sonnenfackeln, den Phasen der Venus, der Gestalt und Höhe der Mondberge, den winterlichen Polarzonen des Mars, den Streifen des Jupiter und Saturn, den Ringen des letzteren, den inneren (planetarischen) Cometen von kurzer Umlaufszeit und von so vielen anderen Erscheinungen, die ebenfalls dem bloßen Auge entgehen. Wenn unser Sonnensystem, das so lange auf 6 Planeten und einen Mond beschränkt schien, auf die eben geschilderte Weise in 240 Jahren bereichert worden ist, so hat der sogenannte Fixsternhimmel schichtenweise eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tausende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsternen sind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelsterne, welche um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixsterne, erwiesen, daß Gravitations-Kräfte in jenen fernen Welträumen wie in unseren engen planetarischen, sich wechselseitig störenden Kreisen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erst 25 bis 30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optische Vorrichtungen mit Meßinstrumenten verbanden, haben feinere Bestimmungen der Ortsveränderung in den Gestirnen erreicht werden können. Auf diesem Wege ist es möglich geworden

mit größter Schärfe die jedesmalige Position eines Weltkörpers, die Aberrations-Ellipsen der Fixsterne und ihre Parallaxen, die gegenseitigen Abstände der Doppelsterne von wenigen Zehenttheilen einer Bogen-Secunde zu messen. Die astronomische Kenntniß des Sonnensystems erweiterte sich allmälig zu der eines Weltsystems.

Wir wissen, daß Galilei seine Entdeckungen der Jupitersmonde mit siebenmaliger Vergrößerung machte, und nie eine stärkere als zweiunddreißig-malige anwenden konnte. Einhundert und siebzig Jahre später sehen wir Sir William Herschel bei seinen Untersuchungen über die Größe des scheinbaren Durchmessers von Arcturus (im Nebel 0″,2) und Wega in der Leier Vergrößerungen benutzen von 6500 mal. Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts wetteiferte man in dem Bestreben nach langen Fernröhren. Christian Huygens entdeckte zwar 1655 den ersten Saturnstrabanten, Titan (den 6ten im Abstande von dem Centrum des Planeten), nur noch mit einem zwölffüßigen Fernrohr; er wandte später auf den Himmel längere bis 122 Fuß an; aber die drei Objective von 123, 170 und 210 Fuß Brennweite, welche die Royal Society von London besitzt und welche von Constantin Huygens, dem Bruder des großen Astronomen, verfertigt wurden, sind von letzterem, wie er ausdrücklich sagt[26], nur auf terrestrische Gegenstände geprüft worden. Auzout, der schon 1663 Riesenfernröhre ohne Röhre, also ohne feste (starre) Verbindung zwischen dem Objectiv und dem Ocular, construirte, vollendete ein Objectiv, das bei 300 Fuß Focallänge eine 600-malige Vergrößerung ertrug.[27] Den nützlichsten Gebrauch von solchen, an Masten befestigten Objectiven machte Dominicus Cassini zwischen den Jahren 1671 und 1684 bei den auf einander folgenden Entdeckungen des 8ten, 5ten, 4ten und 3ten Saturnstrabanten. Er bediente sich der Objective, die Borelli, Campani und Hartsoeker geschliffen hatten. Die letzteren waren von 250 Fuß Brennweite. Die von Campani, welche des größten Rufes unter der Regierung Ludwigs XIV genossen, habe ich bei meinem vieljährigen Aufenthalte auf der Pariser Sternwarte mehrmals in Händen gehabt. Wenn man an die geringe Lichtstärke der Saturnstrabanten und an die Schwierigkeit solcher nur durch Stricke bewegten Vorrichtungen denkt, so kann man nicht genug bewundern die Geschicklichkeit, den Muth und die Ausdauer des Beobachters.

Die Vortheile, welche man damals allein glaubte durch riesenmäßige Längen erreichen zu können, leiteten, wie es so oft geschieht, große Geister zu excentrischen Hoffnungen. Auzout glaubte Hooke widerlegen zu müssen, der, um Thiere im Monde zu sehen, Fernröhre von einer Länge von 10000 Fuß, also fast von der Länge einer halben geographischen Meile, vorgeschlagen haben soll.[29] Das Gefühl *der praktischen* Unbequemlichkeit von optischen Instrumenten mit mehr *als hundertfüßiger* Focallänge verschaffte allmälig durch Newton (nach

organge von Mersenne und James Gregory von Aberdeen) den
n Reflexions-Instrumenten besonders in England Eingang.
y's und Pound's sorgfältige Vergleichung von 5füßigen Hadley-
Spiegelteleskopen mit dem Refractor von Constantin Huygens,
3 Fuß Brennweite hatte und dessen wir oben erwähnten, fiel
um Vortheil der ersteren aus. Short's kostbare Reflectoren
t nun überall verbreitet, bis John Dollond's glückliche prak-
lösung des Problems vom Achromatismus (1759), durch Leon-
huler und Klingenstierna angeregt, den Refractoren wieder
ßes Uebergewicht verschaffte. Die, wie es scheint, unbestreit-
Prioritätsrechte des geheimnißvollen Chester More Hall aus
(1729) wurden dem Publikum erst bekannt, als dem John
d das Patent für seine achromatischen Fernröhre verliehen
30

er hier bezeichnete Sieg der Refractions-Instrumente war aber
cht langer Dauer. Neue Oscillationen der Meinung wurden
18 bis 20 Jahre nach der Bekanntmachung von John Dollond's
ung des Achromatismus mittelst Verbindung von Kron- und
as, durch die gerechte Bewunderung angeregt, welche man in
ßerhalb Englands den unsterblichen Arbeiten eines Deutschen,
n Herschel, zollte. Der Construction seiner zahlreichen 7füßigen
)füßigen Teleskope, auf welche Vergrößerungen von 2200 bis
nal glücklich angewandt werden konnten, folgte die Construction
40füßigen Reflectors. Durch diesen wurden im August und
ber 1789 die beiden innersten Saturnstrabanten: der 2te
rdus); und bald darauf der erste, dem Ringe am nächsten
e, Mimas, entdeckt. Die Entdeckung des Planeten Uranus
gehört dem 7füßigen Teleskop von Herschel; die so lichtschwachen
s-Trabanten sah er (1787) zuerst im 20füßigen Instrumente,
mt-view eingerichtet.[31] Eine bis dahin noch nie erreichte Voll-
nheit, welche der große Mann seinen Spiegelteleskopen zu geben
, in denen das Licht nur einmal reflectirt wird, hat, bei einer
rbrochenen Arbeit von mehr als 40 Jahren, zur wichtigsten
erung aller Theile der physischen Astronomie, in den Planeten-
wie in der Welt der Nebelflecke und der Doppelsterne, geführt.
uf eine lange Herrschaft der Reflectoren folgte wieder in
ften Fünftel des 19ten Jahrhunderts ein erfolgreicher Wetteifer
ertigung von achromatischen Refractoren und Heliometern,
rch Uhrwerke parallactisch bewegt werden. Zu Objectiven von
rdentlichen Größen lieferten in Deutschland das Münchner In-
von Utzschneider und Fraunhofer, später von Merz und Mahler;
r Schweiz und Frankreich (für Lerebours und Cauchois) die
ätte von Guinand und Bontems ein homogenes, streifenloses
las. Es genügt für den Zweck dieser historischen Uebersicht,

hier beispielsweise zu nennen die unter Fraunhofer's Leitung gearbeiteten großen Refractoren der Dorpater und Berliner Sternwarte von 9 Pariser Zoll freier Oeffnung bei einer Focalweite von 13 1/3 Fuß; die Refractoren von Merz und Mahler auf den Sternwarten von Pulkowa und Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika [32], beide mit Objectiven von 14 Pariser Zoll und 21 Fuß Brennweite versehen. Das Heliometer der Königsberger Sternwarte, lange Zeit das größte, hat 6 Zoll Oeffnung und ist durch Bessel's unvergeßliche Arbeiten berühmt geworden. Die lichtvollen und kurzen dialytischen Refractoren, welche Plössl in Wien zuerst ausführte und deren Vortheile Rogers in England fast gleichzeitig erkannt hatte, verdienen in großen Dimensionen construirt zu werden.

In derselben Zeitepoche, deren Bestrebungen ich hier berühre, weil sie auf die Erweiterung kosmischer Ansichten einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt, blieben die mechanischen Fortschritte in Vervollkommnung der messenden Instrumente (Zenith-Sectoren, Meridiankreise, Micrometer) gegen die optischen Fortschritte und die des Zeitmaaßes nicht zurück. Unter so vielen ausgezeichneten Namen der neueren Zeit erwähnen wir hier nur für Meßinstrumente: die von Ramsden, Troughton, Fortin, Reichenbach, Gambey, Ertel, Steinheil, Repsold, Pistor, Oertling .....; für Chronometer und astronomische Pendeluhren: Mudge, Arnold, Emery, Earnshaw, Breguet, Jürgensen, Kessels, Winnerl, Tiede ..... In den schönen Arbeiten, welche wir William und John Herschel, South, Struve, Bessel und Dawes über Abstände und periodische Bewegung der Doppelsterne verdanken, offenbart sich vorzugsweise jene Gleichzeitigkeit der Vervollkommnung in scharfem Sehen und Messen. Struve's Classification der Doppelsterne liefert von denen, deren Abstand unter 1" ist, gegen 100; von denen, die zwischen 1" und 2" fallen, 336: alle mehrfach gemessen. [33]

Seit wenigen Jahren haben zwei Männer, welche jedem industriellen Gewerbe fern stehen, der Earl of Rosse in Parsonstown (12 Meilen westlich von Dublin) und Herr Lassell zu Starfield bei Liverpool, aus edler Begeisterung für die Sternkunde, mit der aufopferndsten Freigebigkeit und unter eigener unmittelbaren Leitung, zwei Reflectoren zu Stande gebracht, welche auf's höchste die Erwartung der Astronomen spannen. [34] Mit dem Telescope von Lassell, das nur 2 Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, sind schon ein Trabant des Neptun und ein achter Trabant des Saturn entdeckt worden, auch wurden zwei Uranus-Trabanten wieder aufgefunden. Das neue Riesentelescop von Lord Rosse hat 5 Fuß 7 Zoll 7 Linien (6 engl. Fuß) Oeffnung und 46 Fuß 11 Zoll (50 engl. Fuß) Länge. Es steht im Meridian zwischen zwei Mauern, die von jeder Seite 12 Fuß von dem Tubus entfernt und 45 bis 52 Fuß hoch sind.

iele Nebelflecke, welche bisher kein Instrument auflösen konnte, sind urch dieses herrliche Teleskop in Sternschwärme aufgelöst; die Ge- alt anderer Nebelflecke ist in ihren wahren Umrissen nun zum ersten al erkannt worden. Eine wundersame Helligkeit (Lichtmasse) wird n dem Spiegel ausgegossen.

Morin, der mit Gascoigne (vor Picard und Auzout) zuerst das ernrohr mit Meßinstrumenten verband, fiel gegen 1638 auf den edanken Gestirne bei hellem Tage teleskopisch zu beobachten. „Nicht ycho's große Arbeit über die Position der Fixsterne: indem dieser 582, also 28 Jahre vor Erfindung der Fernröhre, Venus bei Tage it der Sonne und bei Nacht mit den Sternen verglich; sondern", gt Morin selbst[35], „der einfache Gedanke, daß, wie Venus, so auch rcturus und andere Fixsterne, wenn man sie einmal vor Sonnen- ufgang im Felde des Fernrohrs hat, nach Sonnenaufgang am immelsgewölbe verfolgt werden können: habe ihn zu einer Entdeckung eführt, welche für die Längen-Bestimmungen auf dem Meere wichtig erden möge. Niemand habe vor ihm die Fixsterne in Angesicht der onne auffinden können." Seit der Aufstellung großer Mittags- ernröhre durch Römer (1691) wurden Tagesbeobachtungen der estirne häufig und fruchtbar, ja bisweilen selbst auf Messung von oppelsternen mit Nutzen angewandt. Struve bemerkt[36], er habe in em Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergrößerung von 20 mal die kleinsten Abstände überaus schwacher Doppelsterne be- immt: bei so hellem Crepuscularlichte, daß man um Mitter- acht bequem lesen konnte. Der Polarstern hat in nur 18" Ent- rnung einen Begleiter 9ter Größe; im Dorpater Refractor haben truve und Wrangel diesen Begleiter bei Tage gesehen[37], ebenso inmal Encke und Argelander.

Die Ursache der mächtigen Wirkung der Fernröhre zu einer Zeit, o durch vielfache Reflexion das diffuse Licht[38] der Atmosphäre inderlich ist, hat mancherlei Zweifel erregt. Als optisches Problem tereſſirte sie auf das lebhafteste den der Wissenschaft so früh ent- ssene Bessel. In seinem langen Briefwechsel mit mir kam er oft rauf zurück, und bekannte, keine ihn ganz befriedigende Lösung nden zu können. Ich darf auf den Dank meiner Leser rechnen, enn ich in einer Anmerkung[39] Arago's Ansichten einschalte, wie die- lben in einer der vielen Handschriften enthalten sind, welche mir ei meinem häufigen Aufenthalte in Paris zu benutzen erlaubt war. ach der scharfsinnigen Erklärung meines vieljährigen Freundes er- ichtern starke Vergrößerungen das Auffinden und Erkennen der Fix- erne, weil sie, ohne das Bild derselben merkbar auszudehnen, eine öhere Menge des intensiven Lichtes der Pupille zuführen, aber da- gen nach einem anderen Gesetze auf den Luftraum wirken, von elchem sich der Fixstern abhebt. Das Fernrohr, indem es gleichsam

die erleuchteten Theile der Luft, welche das Objectiv umfaßt, von einander entfernt, verdunkelt das Gesichtsfeld, vermindert die Intensität seiner Erleuchtung. Wir sehen aber nur durch den Unterschied des Lichtes des Fixsternes und des Luftfeldes: d. h. der Luftmasse, welche ihn im Fernrohr umgiebt. Ganz anders als der einfache Strahl des Fixsternbildes verhalten sich Planetenscheiben. Diese verlieren in dem vergrößernden Fernrohr durch Dilatation ihre Licht-Intensität eben so wie das Luftfeld (l'aire aérienne). Noch ist zu erwähnen, daß starke Vergrößerungen die scheinbare Schnelligkeit der Bewegung des Fixsterns wie die der Scheibe vermehren. Dieser Umstand kann in Instrumenten, welche nicht durch Uhrwerk parallactisch der Himmelsbewegung folgen, das Erkennen der Gegenstände am Tage erleichtern. Andere und andere Punkte der Netzhaut werden gereizt. Sehr schwache Schatten, bemerkt Arago an einem anderen Orte, werden erst sichtbar, wenn man ihnen eine Bewegung geben kann.

Unter dem reinen Tropenhimmel, in der trockensten Jahreszeit habe ich oft mit der schwachen Vergrößerung von 95 mal in einem Fernrohr von Dollond die blasse Jupitersscheibe auffinden können, wenn die Sonne schon 15° bis 18° hoch stand. Lichtschwäche der Jupiter und Saturn, bei Tage im großen Berliner Refractor gesehen und contrastirend mit dem ebenfalls reflectirten Lichte der der Sonne näheren Planeten, Venus und Merkur, hat mehrmals Dr. Gall überrascht. Jupiters-Bedeckungen sind mit starken Fernröhren bisweilen bei Tage (von Flaugergues 1792, von Struve 1820) beobachtet worden. Argelander sah (7 Dec. 1849) in einem 5füßigen Fraunhofer eine Viertelstunde nach Sonnenaufgang zu Bonn sehr deutlich 3 Jupitertrabanten. Den 4ten konnte er nicht erkennen. Noch später sah der Gehülfe Herr Schmidt den Austritt sämmtlicher Trabanten, auch des 4ten, aus dem dunkeln Mondrande in dem 8füßigen Fernrohre des Heliometers. Die Bestimmung der Grenze der teleskopischen Sichtbarkeit kleiner Sterne bei Tageshelle unter verschiedenen Klimaten und auf verschiedenen Höhen über der Meeresfläche hat gleichzeitig ein optisches und ein meteorologisches Interesse.

Zu den merkwürdigen und in ihren Ursachen viel bestrittenen Erscheinungen im natürlichen wie im teleskopischen Sehen gehört das nächtliche Funkeln (das Blinken, die Scintillation) der Sterne. Zweierlei ist nach Arago's Untersuchungen[40] in der Scintillation wesentlich zu unterscheiden: 1) Veränderung der Lichtstärke in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöschen und Wieder-Auflodern, 2) Veränderung der Farbe. Beide Veränderungen sind in der Realität noch stärker als sie dem bloßen Auge erscheinen; denn wenn einzelne Punkte der *Netzhaut einmal angeregt* sind, so bewahren sie den empfangenen Lich*teindruck: so daß das* Verschwinden des Sterns, seine Verdunkelung *sein Farbenwechsel* nicht in ihrem ganzen, vollen Maaße von

unden werden. Auffallender zeigt sich das Phänomen des Stern-
lns im Fernrohr, sobald man dasselbe erschüttert. Es werden
andere und andere Punkte der Netzhaut gereizt; es erscheinen
ge, oft unterbrochene Kreise. In einer Atmosphäre, die aus stets
elnden Schichten von verschiedener Temperatur, Feuchtigkeit und
e zusammengesetzt ist, erklärt das Princip der Interferenz,
nach einem augenblicklichen farbigen Auflodern ein eben so augen-
ches Verschwinden oder die plötzliche Verdunkelung des Gestirnes
finden kann. Die Undulations-Theorie lehrt im allgemeinen,
zwei Lichtstrahlen (zwei Wellensysteme), von Einer Lichtquelle
m Erschütterungs-Mittelpunkte) ausgehend, bei Ungleichheit des
s sich zerstören; daß das Licht des einen Strahles, zu dem des
en Strahles hinzugefügt, Dunkelheit hervorbringt. Wenn das
ckbleiben des einen Wellensystemes gegen das andere eine un-
de Anzahl halber Undulationen beträgt, so streben beide
nsysteme demselben Aether-Molecule zu gleicher Zeit gleiche, aber
gengesetzte Geschwindigkeiten mitzutheilen: so daß die Wirkung
Vereinigung die Ruhe des Aether-Molecules, also Finsterniß
In gewissen Fällen spielt die Refrangibilität der verschiedenen
hichten, welche die Lichtstrahlen durchschneiden, mehr als die
iedene Länge des Weges, die Hauptrolle bei der Erscheinung. 41
Die Stärke der Scintillation ist unter den Fixsternen selbst auf-
d verschieden; nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer
baren Größe allein abhängig: sondern, wie es scheint, von der
ihres eigenen Lichtprocesses. Einige, z. B. Wega, zittern we-
als Arctur und Procyon. Der Mangel der Scintillation bei
laneten mit größeren Scheiben ist der Compensation und aus-
nden Farbenvermischung zuzuschreiben, welche die einzelnen Punkte
cheibe geben. Es wird die Scheibe wie ein Aggregat von Ster-
trachtet, welche das fehlende, durch Interferenz vernichtete Licht
eitig ersetzen und die farbigen Strahlen zu weißem Lichte wie-
vereinigen. Bei Jupiter und Saturn bemerkt man deshalb
ltensten Spuren der Scintillation; wohl aber bei Merkur und
: da der scheinbare Durchmesser der Scheiben in den letztge-
en zwei Planeten bis 4″,4 und 9″,5 herabsinkt. Auch bei Mars
zur Zeit der Conjunction sich der Durchmesser bis 3″,3 ver-
rn. In den heiteren, kalten Winternächten der gemäßigten Zone
hrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des gestirnten
els auch durch den Umstand, daß, indem wir Sterne 6ter bis
öße bald hier, bald dort aufglimmen sehen, wir, getäuscht,
leuchtende Punkte vermuthen und zu erkennen glauben, als das
affnete Auge *wirklich unterscheidet*. Daher das populäre Er-
über die wenigen Tausende von Sternen, welche genaue
taloge als den bloßen Augen sichtbar angeben! Daß das

zitternde Licht die Fixsterne von den Planeten unterscheide, war von früher Zeit den griechischen Astronomen bekannt; aber Aristoteles: nach der Ausströmungs- und Tangential-Theorie des Sehens, der er anhängt, schreibt das Zittern und Funkeln der Fixsterne, sonderbar genug, einer bloßen Anstrengung des Auges zu. „Die eingehefteten Sterne" (die Fixsterne), sagt er [42], „funkeln, die Planeten nicht: denn die Planeten sind nahe, so daß das Gesicht im Stande ist sie zu erreichen; bei den feststehenden aber (πρὸς δὲ τοὺς μένοντας) geräth das Auge wegen der Entfernung und Anstrengung in eine zitternde Bewegung."

Zu Galilei's Zeiten, zwischen 1572 und 1604: in einer Epoche großer Himmelsbegebenheiten, da drei neue Sterne [43] von mehr Glanz als Sterne erster Größe plötzlich erschienen und einer derselben im Schwan 21 Jahre leuchtend blieb, zog das Funkeln als das muthmaßliche Criterium eines nicht planetarischen Weltkörpers Kepler's Aufmerksamkeit besonders auf sich. Der damalige Zustand der Optik verhinderte freilich den um diese Wissenschaft so hoch verdienten Astronomen sich über die gewöhnlichen Ideen von bewegten Dünsten zu erheben. [44] Auch unter den neu erschienenen Sternen, deren die chinesischen Annalen nach der großen Sammlung von Ma-tuan-lin erwähnen, wird bisweilen des sehr starken Funkelns gedacht.

Zwischen den Wendekreisen und ihnen nahe giebt bei gleichmäßigerer Mischung der Luftschichten die große Schwäche oder völlige Abwesenheit der Scintillation der Fixsterne, 12 bis 15 Grade über dem Horizont, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter von Ruhe und milderem Lichte. Ich habe in mehreren meiner Naturschilderungen der Tropenwelt dieses Charakters erwähnt: der auch schon dem Beobachtungsgeiste von La Condamine und Bouguer in den peruanischen Ebenen, wie dem von Garcin [45] in Arabien, Indien und an den Küsten des persischen Meerbusens (bei Bender Abassi) nicht entgangen war.

Da der Anblick des gestirnten Himmels in der Jahreszeit perpetuirlich heiterer, ganz wolkenfreier Tropennächte für mich einen besonderen Reiz hatte, so bin ich bemüht gewesen in meinen Tagebüchern stets die Höhen über dem Horizonte aufzuzeichnen, in der das Funkeln der Sterne bei verschiedenen Hygrometerständen aufhörte. Cumana und der regenlose Theil des peruanischen Littorals der Südsee, wenn in letzterem die Zeit der Garua (des Nebels) noch nicht eingetreten war, eigneten sich vorzüglich zu solchen Beobachtungen. Nach Mittelzahlen scheinen die größeren Fixsterne meist nur unter 10° oder 12° Höhe über dem Horizont zu scintilliren. In größeren Höhen gießen sie aus ein milderes, planetarisches Licht. Am sichersten wird der Unterschied erkannt, wenn man dieselben Fixsterne in ihrem allmäligen Aufsteigen oder Niedersinken verfolgt und dabei die Höhen-

in den Tab. Regiomont. und bisher in dem Berliner astronomischen Jahrbuche angewandt worden ist, für die Zeit, welche der Lichtstrahl von der Sonne zur Erde braucht, um $^1/_{110}$ verschieden. Als völlig abgeschlossen ist die Discussion des Gegenstandes noch nicht zu betrachten. Die früher gehegte Vermuthung, daß die Lichtgeschwindigkeit des Polarsterns in Verhältniß von 133 zu 134 schwächer sei als die seines Begleiters, ist aber vielem Zweifel unterworfen geblieben.

Ein durch seine Kenntnisse wie durch seine große Feinheit im Experimentiren ausgezeichneter Physiker, Herr Fizeau, hat durch sinnreich construirte Vorrichtungen: in denen künstliches, sternartiges Licht von Sauerstoff und Wasserstoff durch einen Spiegel in 8633 Meter (26575 Par. Fuß) Entfernung, zwischen Suresne und la Butte Montmartre, an den Punkt zurückgesandt wird, von dem es ausgegangen; eine terrestrische Messung der Lichtgeschwindigkeit vollbracht. Eine mit 720 Zähnen versehene Scheibe, welche 12,6 Umläufe in der Secunde machte, verdeckte abwechselnd den Lichtstrahl oder ließ ihn frei durch zwischen den Zähnen des Randes. Aus der Angabe eines Zählers (compteur) glaubte man schließen zu können, daß das künstliche Licht 17266 Meter, d. i. den doppelten Weg zwischen den Stationen, in $^1/_{18000}$ einer Zeitsecunde zurücklegte: woraus sich eine Geschwindigkeit von 310788 Kilometern oder (da 1 geogr. Meile 7419 Meter ist) von 41882 geogr. Meilen in der Secunde[53] ergiebt. Dies Resultat käme demnach dem von Delambre (41903 Meilen) aus den Jupiterstrabanten geschlossenen am nächsten.

Directe Beobachtungen und sinnreiche Betrachtungen über die Abwesenheit aller Färbung während des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne, auf die ich später zurückkommen werde, haben Arago zu dem Resultate geführt: daß nach der Undulations-Theorie die Lichtstrahlen, welche verschiedene Farbe, und also sehr verschiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transversal-Schwingungen haben, sich in den himmlischen Räumen mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Deshalb ist aber doch im Inneren der verschiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungs-Geschwindigkeit und Brechung verschieden.[54] Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß im Prisma die Brechung nicht durch die relative Geschwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Messungen gaben einstimmig als Resultat: daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungs-Index darbietet als das Licht der Sterne, von welchen die Erde sich entfernt. In der Sprache der Emissions-Hypothese sagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geschwindigkeiten aussenden, daß *aber unter diesen* verschiedenen Geschwindigkeiten nur *eine die Empfindung des Lichts* anzuregen vermag.[55]

Vergleicht man die Geschwindigkeit des Sonnen-, Sternen- und

irdischen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma sich alle auf ganz gleiche Weise verhalten, mit der Geschwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, so wird man geneigt nach den von Wheatstone mit bewundernswürdigem Scharfsinn angeordneten Versuchen die letztere auf das mindeste für schneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem schwächsten Resultate des Wheatstonischen optischen Dreh-Apparats legt das electrische Licht in der Secunde 288000 englische Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographische Meilen.[56] Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, so erhält man den oben angegebenen Unterschied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Diese Angabe widerspricht *scheinbar* der schon von William Herschel aufgestellten Ansicht, nach der das Sonnen- und Fixsternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetischen Processes, ein perpetuirliches Nordlicht sein soll. Ich sage *scheinbar*; denn es ist wohl nicht die Möglichkeit zu bestreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, sehr verschiedenartige, magneto-electrische Processe geben könne, in denen das Erzeugniß des Processes, das Licht, eine verschiedenartige Fortpflanzungs-Geschwindigkeit besäße. Zu dieser Vermuthung gesellt sich die *Unsicherheit* des numerischen Resultats in den Wheatstonischen Versuchen. Ihr Urheber selbst hält dasselbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Bestätigung bedürftig", um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Versuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit seiner telegraphischen Längen-Bestimmungen von Washington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerksamkeit der Physiker lebhaft auf sich gezogen. Nach Steinheil's Beschreibung dieser Versuche war die astronomische Uhr des Observatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morse auf der Telegraphenlinie in solche Verbindung gesetzt, daß sich auf den endlosen Papierstreifen des Apparats der Gang dieser Uhr durch Punkte selbst aufzeichnete. Der electrische Telegraph trägt jedes dieser Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denselben durch ähnliche Punkte auf ihren fortrückenden Papierstreifen die Zeit von Philadelphia. Auf diese Weise können willkürliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der wesentliche Vortheil dieser amerikanischen Methode besteht", wie Steinheil sich ausdrückt, „darin, daß sie die Zeitbestimmung unabhängig von der

Verbindung der beiden Sinne, — Gesicht und Gehör —, gemacht hat: indem der Uhrgang sich selbst notirt und der Moment des Sterndurchganges (nach Walker's Behauptung bis auf den mittleren Fehler von dem 70ten Theil einer Secunde) bezeichnet wird. Eine constante Differenz der verglichenen Uhrzeichen von Philadelphia und Cambridge entspringt aus der Zeit, die der electrische Strom braucht, um zweimal den Schließungskreis zwischen beiden Stationen zu durchlaufen."

Messungen, welche auf Leitungswegen von 1050 englischen oder 242 geographischen Meilen Länge angestellt wurden, gaben aus 18 Bedingungs-Gleichungen die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit des hydrogalvanischen Stromes nur zu 18700 englischen oder 4060 geographischen Meilen[57], d. h. funfzehnmal langsamer als der electrische Strom in Wheatstone's Drehscheiben! Da in den merkwürdigen Versuchen von Walker nicht zwei Drähte angewandt wurden, sondern die Hälfte der Leitung, wie man sich auszudrücken pflegt, durch den feuchten Erdboden geschah; so könnte hier die Vermuthung gerechtfertigt scheinen, daß die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität sowohl von der Natur als der Dimension[58] des Mediums abhängig ist. Schlechte Leiter in der Voltaischen Kette erwärmen sich stärker als gute Leiter, und die electrischen Entladungen sind nach den neuesten Versuchen von Rieß[59] ein sehr verschiedenartig complicirtes Phänomen. Die jetzt herrschenden Ansichten über das, was man „Verbindung durch Erdreich" zu nennen pflegt, sind der Ansicht von linearer Molecular-Leitung zwischen den beiden Draht-Enden und der Vermuthung von Leitungs-Hinderniffen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einst als Zwischenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherstellung) der electrischen Spannung allein angehören soll.

Wenn es gleich nach den jetzigen Grenzen der Genauigkeit in dieser Art von Beobachtungen wahrscheinlich ist, daß die Aberrations-Constante und demnach die Lichtgeschwindigkeit aller Fixsterne dieselbe ist; so ist doch auch mehrmals der Möglichkeit gedacht worden, daß es leuchtende Weltkörper gebe, deren Licht deshalb nicht bis zu uns gelangt, weil bei ihrer ungeheuren Masse die Gravitation die Lichttheilchen zur Umkehr nöthigt. Die Emissions-Theorie giebt solchen Phantasien eine wissenschaftliche Form.[60] Ich erwähne hier derselben nur deshalb, weil später gewisser Eigenthümlichkeiten der Bewegung, welche dem Procyon zugeschrieben wurden und auf eine Störung durch dunkle Weltkörper zu leiten schienen, Erwähnung geschehen muß. Es ist der Zweck dieses Theils meines Werkes, das zu berühren, was zur Zeit seiner Ausarbeitung und seines Erscheinens die Wissenschaft *nach verschiedenen* Richtungen bewegt hat und *so den individuellen Charakter einer* Epoche in der *siderischen* wie in *der tellurischen Sphäre bezeichnet.*

irdischen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma sich alle auf ganz gleiche Weise verhalten, mit der Geschwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, so wird man geneigt nach den von Wheatstone mit bewundernswürdigem Scharfsinn angeordneten Versuchen die letztere auf das mindeste für schneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem schwächsten Resultate des Wheatstonischen optischen Dreh-Apparats legt das electrische Licht in der Secunde 288000 englische Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographische Meilen. [56] Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, so erhält man den oben angegebenen Unterschied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Diese Angabe widerspricht *scheinbar* der schon von William Herschel aufgestellten Ansicht, nach der das Sonnen- und Fixsternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetischen Processes, ein perpetuirliches Nordlicht sein soll. Ich sage *scheinbar*; denn es ist wohl nicht die Möglichkeit zu bestreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, sehr verschiedenartige, magneto-electrische Processe geben könne, in denen das Erzeugniß des Processes, das Licht, eine verschiedenartige Fortpflanzungs-Geschwindigkeit besäße. Zu dieser Vermuthung gesellt sich die *Unsicherheit* des numerischen Resultats in den Wheatstonischen Versuchen. Ihr Urheber selbst hält dasselbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Bestätigung bedürftig", um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Versuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit seiner telegraphischen Längen-Bestimmungen von Washington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerksamkeit der Physiker lebhaft auf sich gezogen. Nach Steinheil's Beschreibung dieser Versuche war die astronomische Uhr des Observatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morse auf der Telegraphenlinie in solche Verbindung gesetzt, daß sich auf den endlosen Papierstreifen des Apparats der Gang dieser Uhr durch Punkte selbst aufzeichnete. Der electrische Telegraph trägt jedes dieser Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denselben durch ähnliche Punkte auf ihren fortrückenden Papierstreifen die Zeit von Philadelphia. Auf diese Weise können willkürliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der wesentliche Vortheil dieser amerikanischen Methode besteht", wie Steinheil sich ausdrückt, „darin, daß sie die Zeitbestimmung unabhängig von der

19te Jahrhundert übergegangene Gewohnheit, die Zahl der Sterne erster Größe auf 15 zu beschränken (Mädler zählt deren 18, Rümker nach sorgfältigerer Erforschung des südlichen Himmels über 20), stammt aus der Classification des Almagest am Schluß der Sterntafel des achten Buches her. Ptolemäus, auf das natürliche Sehen angewiesen, nannte dunkle Sterne alle, welche schwächer als seine 6te Classe leuchten; von dieser Classe führt er sonderbarerweise nur 49 auf, fast gleichartig unter beide Hemisphären vertheilt. Erinnert man sich, daß das Verzeichniß ohngefähr den fünften Theil aller dem bloßen Auge sichtbaren Fixsterne aufführt, so hätte dasselbe, nach Argelander's Untersuchungen, 640 Sterne 6ter Größe geben sollen. Die Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) des Ptolemäus und der Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes sind meist kleine Sternschwärme[62], welche bei der reineren Luft des südlichen Himmels als Nebelflecke erscheinen. Ich gründe diese Vermuthung besonders auf die Angabe eines Nebels an der rechten Hand des Perseus. Galilei, der so wenig als die griechischen und arabischen Astronomen den dem bloßen Auge sichtbaren Nebelfleck der Andromeda kannte, sagt im Nuncius sidereus selbst, daß stellae nebulosae nichts anderes sind als Sternhaufen, die wie areolae sparsim per aethera fulgent.[63] Das Wort Größenordnung (τῶν μεγάλων τάξις), obgleich auf den Glanz beschränkt, hat doch schon im 9ten Jahrhunderte zu Hypothesen über die Durchmesser der Sterne verschiedener Helligkeit geführt[64]: als hinge die Intensität des Lichts nicht zugleich von der Entfernung, dem Volum, der Masse und der eigenthümlichen, den Lichtproceß begünstigenden, Beschaffenheit der Oberfläche eines Weltkörpers ab.

Zur Zeit der mongolischen Obergewalt, als im 15ten Jahrhundert unter dem Timuriden Ulugh Beig die Astronomie in Samarkand in größter Blüthe war, erhielten photometrische Bestimmungen dadurch einen Zuwachs, daß jede der 6 Classen der hipparchischen und ptolemäischen Sterngrößen in 3 Unterabtheilungen getheilt wurde; man unterschied kleine, mittlere und große Sterne der zweiten Größe: was an die Versuche zehntheiliger Abstufungen von Struve und Argelander erinnert[65]. In den Tafeln von Ulugh Beig wird dieser photometrische Fortschritt, die genauere Bestimmung der Lichthelligkeiten, dem Abdurrahman Sufi zugeschrieben, welcher ein eigenes Werk „von der Kenntniß der Fixen" herausgegeben hatte und zuerst der einen (Magellanischen) Lichtwolke unter dem Namen des Weißen Ochsen erwähnte. Seit der Einführung des telescopischen Sehens und seiner allmäligen Vervollkommnung wurden die Schätzungen der Licht-Abstufung weit über die 6te Classe ausgedehnt. Das Bedürfniß, die im Schwan und im Ophiuchus neu erschienenen Sterne (der erstere blieb 21 Jahre lang leuchtend) in der Zunahme und Abnahme ihres Lichtes mit dem Glanze anderer Sterne zu ver-

gleichen, reizte zu photometrischen Betrachtungen. Die sogenannten dunklen Sterne des Ptolemäus (unter der 6ten Größe) erhielten numerische Benennungen relativer Licht-Intensität. „Astronomen", sagt Sir John Herschel, „welche an den Gebrauch mächtiger, raumdurchdringender Fernröhre gewöhnt sind, verfolgen abwärts die Reihung der Lichtschwäche von der 8ten bis zur 16ten Größe."[66] Aber bei so schwachem Lichtglanze sind die Benennungen der Größenclassen theilweise sehr unbestimmt: da Struve bisweilen zur 12ten bis 13ten Größe zählt, was John Herschel 18ter bis 20ter nennt.

Es ist hier nicht der Ort die sehr ungleichartigen Methoden zu prüfen, welche in anderthalb Jahrhunderten: von Auzout und Huygens bis Bouguer und Lambert; von William Herschel, Rumford und Wollaston bis Steinheil und John Herschel; zu Lichtmessungen angewandt worden sind. Es genügt nach dem Zweck dieses Werkes die Methoden übersichtlich zu nennen. Sie waren: Vergleichung mit den Schatten künstlicher Lichter, in Zahl und Entfernung verschieden; Diaphragmen; Plangläser von verschiedener Dicke und Farbe; künstliche Sterne, durch Reflex auf Glaskugeln gebildet; Nebeneinander-Stellung von zwei siebenfüßigen Telescopen, bei denen man fast in einer Secunde von einem zum anderen gelangen konnte; Reflexions-Instrumente, in welchen man zwei zu vergleichende Sterne zugleich sieht: nachdem das Fernrohr vorher so gestellt worden ist, daß der unmittelbar gesehene Stern zwei Bilder von gleicher Intensität gegeben hat[67]; Apparate mit einem vor dem Objectiv angebrachten Spiegel und mit Objectiv-Blendungen, deren Drehung auf einem Ringe gemessen wird; Fernröhre mit getheilten Objectiven, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhält; Astrometer[68], in welchen ein Prisma das Bild des Mondes oder des Jupiter reflectirt, und durch eine Linse in verschiedenen Entfernungen das Bild zu einem lichtvolleren oder lichtschwächeren Stern concentrirt wird. Der geistreiche Astronom, welcher in der neuesten Zeit in beiden Hemisphären sich am eifrigsten mit der numerischen Bestimmung der Lichtstärke beschäftigt hat, Sir John Herschel, gesteht doch nach vollbrachter Arbeit selbst, daß die praktische Anwendung genauer photometrischer Methoden noch immer als „ein Desideratum der Astronomie" betrachtet werden müsse, daß „die Lichtmessung in der Kindheit liege." Das zunehmende Interesse für die veränderlichen Sterne, und eine neue Himmelsbegebenheit: die außerordentliche Lichtzunahme eines Sternes im Schiffe Argo im Jahre 1837, haben das Bedürfniß sicherer Lichtbestimmungen jetzt mehr als je fühlen lassen.

Es ist wesentlich zu unterscheiden zwischen der bloßen Reihung der Gestirne nach ihrem Glanze, ohne numerische Schätzungen der *Intensität des Lichtes* (eine solche Reihung enthält Sir John Herschel's wissenschaftliches Handbuch für Seefahrer); und

zwischen Classificationen mit zugefügten Zahlen, welche die Intensität unter der Form sogenannter Größen-Verhältnisse oder durch die gewagteren Angaben der Quantitäten des ausgestrahlten Lichtes ausdrücken.[69] Die erste Zahlenreihe: auf Schätzungen mit dem bloßen Auge gegründet, aber durch sinnreiche Bearbeitung des Stoffes[70] vervollkommnet, verdient unter den approximativen Methoden in dem gegenwärtigen so unvollkommenen Zustande der photometrischen Apparate wahrscheinlich den Vorzug: so sehr auch bei ihr durch die Individualität des Beobachters, die Heiterkeit der Luft, die verschiedene Höhe weit von einander entfernter und nur vermöge vieler Mittelglieder zu vergleichender Sterne, vor allem aber durch die ungleiche Färbung des Lichtes die Genauigkeit der Schätzungen gefährdet wird. Sehr glänzende Sterne erster Größe: Sirius und Canopus, α Centauri und Achernar, Deneb und Wega; sind schon, bei weißem Lichte, weit schwieriger durch Schätzung des bloßen Auges mit einander zu vergleichen als schwächere Sterne unter der 6ten und 7ten Größe. Die Schwierigkeit der Vergleichung nimmt bei Sternen sehr intensiven Lichtes aber noch zu, wenn gelbe Sterne: Prochon, Capella oder Atair, mit röthlichen: wie Aldebaran, Arctur und Beteigeuze, verglichen werden sollen.[71]

Mittelst einer photometrischen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelsterne α Centauri des südlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtstärke, hat Sir John Herschel es versucht das Verhältniß zwischen der Intensität des Sonnenlichts und dem Lichte eines Sternes 1ter Größe zu bestimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaston) ein Wunsch erfüllt, den John Michell[72] schon 1767 ausgesprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Messungen, mit einem prismatischen Apparate veranstaltet, fand Sir John Herschel den Vollmond 27408mal heller als α Centauri. Nun ist nach Wollaston[73] die Sonne 801072mal lichtstärker als der Vollmond; es folgt also daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zusendet, sich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ohngefähr verhält wie 22000 Millionen zu 1. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, wenn man nach seiner Parallaxe die Entfernung des Sternes in Anschlag bringt, daß dessen innere (absolute) Leuchtkraft die unserer Sonne $^{23}/_{10}$mal übersteigt. Die Helligkeit von Sirius hat Wollaston 20000 Millionen Male schwächer gefunden als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallaxe des Sirius zu wissen glaubt (0″,230), überträfe aber seine wirkliche (absolute) Lichtstärke die der Sonne 63mal.[74] Unsere Sonne gehörte also durch die Intensität ihrer Lichtprocesse zu den schwachen Fixsternen. Sir John Herschel schätzt die Lichtstärke des Sirius gleich dem Lichte von fast zweihundert Sternen 6ter Größe. Da es nach Analogie der schon eingesammelten Erfahrungen sehr wahrscheinlich ist, daß alle Weltkörper, wenn auch nur

in sehr langen und ungemessenen Perioden, veränderlich sind im Raume wie in der Lichtstärke; so erscheint, bei der Abhängigkeit alles organischen Lebens von der Temperatur und Lichtstärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie wie ein großer und ernster Zweck wissenschaftlicher Untersuchung. Diese Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten künftigen Geschlechtern numerische Bestimmungen zu hinterlassen über den Lichtzustand des Firmaments. Viele geognostische Erscheinungen, welche sich beziehen auf die thermische Geschichte unseres Luftkreises, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden. Auch waren solche Betrachtungen schon vor mehr als einem halben Jahrhunderte dem großen Forscher William Herschel nicht entgangen: welcher, ehe noch der enge Zusammenhang von Electricität und Magnetismus entdeckt war, die ewig leuchtenden Wolkenhüllen des Sonnenkörpers mit dem Polarlichte des Erdballes verglich.[75]

Das vielversprechendste Mittel directer Messung der Lichtstärke hat Arago in dem Complementar-Zustande der durch Transmission und Reflexion gesehenen Farbenringe erkannt. Ich gebe in einer Anmerkung[76] mit den eigenen Worten meines Freundes die Angabe seiner photometrischen Methode, der er auch den optischen Grundsatz, auf welchem sein Cyanometer beruht, beigefügt hat.

Die sogenannten Größen-Verhältnisse der Fixsterne, welche jetzt unsere Cataloge und Sternkarten angeben, führen zum Theil als gleichzeitig auf, was bei den kosmischen Lichtveränderungen sehr verschiedenen Zeiten zugehört. Ein sicheres Kennzeichen solcher Lichtveränderungen ist aber nicht immer, wie lange angenommen worden ist, die Reihenfolge der Buchstaben, welche in der seit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts so viel gebrauchten Uranometria Bayeri den Sternen beigefügt sind. Argelander hat glücklich erwiesen, daß man von dem alphabetischen Vorrange nicht auf die relative Helligkeit schließen kann, und daß Bayer in der Wahl der Buchstaben sich von der Gestalt und Richtung der Sternbilder habe leiten lassen.[77]

Anmerkungen.

1 (S. 40.) Kosmos Bd. II. S. 220—231 und 327—333.

2 (S. 40.) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne II. p. 255, 269 und 272. Morin sagt selbst in seiner 1634 erschienenen ientia longitudinum: „applicatio tubi optici ad alhidadam pro ellis fixis prompte et accurate mensurandis a me excogitata est.“ card bediente sich noch bis 1667 keines Fernrohrs am Mauer-Quadranten; Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig besuchte und die Genauigkeit ner Höhenmessungen bewunderte (Bailly, Catalogue of stars p. 38), bachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

3 (S. 40.) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne fand, kaum 23 hre alt, den Tod in der Schlacht bei Marston Moor, die Cromwell den königen Truppen lieferte (s. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. 1717—1719 p. 603—610). Ihm gehört, was man lange Picard und Auzout geschrieben und was der beobachtenden Astronomie, deren Hauptgegenstand es Orte am Himmelsgewölbe zu bestimmen, einen vorher unerreichten Aufschwung gegeben hat.

4 (S. 40.) Kosmos Bd. II. S. 132.

5 (S. 41.) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III. p. 138 Casaub.) die nsicht des Posidonius zu widerlegen sucht, lautet nach den Handschriften also: Das Bild der Sonne vergrößere sich auf den Meeren, eben so wohl beim Aufng als beim Untergang, weil da in größerem Maaße die Ausdünstungen aus m feuchten Element aufsteigen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünngen sehe, empfange, wie wenn es durch Röhren sieht, gebrochen die ilder in erweiterter Gestalt; und dasselbe geschehe, wenn es durch eine trockne nd dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen sehe: in welchem Falle denn ch das Gestirn röthlich erscheine.“ Man hat diese Stelle noch ganz neuerdings r corrumpirt gehalten (Kramer in Strabonis Geogr. 1844 Vol. I. 211) und statt δι αὐλῶν: δι ὑάλων (durch Glaskugeln) lesen wollen (Schneir, Eclog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der hohlen läsernen, mit Wasser gefüllten Kugeln (Seneca I, 6) war den Alten allerings so bekannt als die Wirkungen der Brenngläser oder Brennkrystalle Aristoph. Nub. v. 765) und des Neronischen Smaragds (Plin. XXXVII, 5), ber zu astronomischen Meßinstrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen.

(Vergl. Kosmos Bd. II. S. 296 Note 44.) Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkanische Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Humboldt, Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. 123). Obrist Baeyer hat bei vorbeiziehenden Nebelstreifen, ja bei gestiffentlich erregten Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und also Arago's Versuche völlig bestätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemessen, vergleicht, findet keinen Unterschied, der 0″,017 erreicht. S. dessen recherches sur la Parallaxe des étoiles 1843 p. 80 und 140—143; Struve, études stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Absehen in den arabischen Instrumenten s. Jourdain sur l'Observatoire de Meragah p. 27 und A. Sédillot, mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabische Astronomen haben auch das Verdienst, zuerst große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem colossalen Sextanten von Abu Mohammed al-Chokandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne selbst. „A' midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le *tuyau* et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du soleil. Cet instrument ne diffère de Notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette." Sédillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöcherten Absehen (Dioptern, pinnulae) wurden bei den Griechen und Arabern zu Bestimmung des Mond-Durchmessers dergestalt gebraucht, daß die circulare Oeffnung in der beweglichen Objectiv-Diopter größer als die der fest stehenden Ocular-Diopter war; und erstere so lange verschoben ward, bis die Mondscheibe, durch die Ocular-Oeffnung gesehen, die Objectiv-Oeffnung ausfüllte. Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 201 und Sédillot p. 198. Die Absehen mit runden oder Spalt-Oeffnungen des Archimedes, welcher sich der Schatten-Richtung von zwei kleinen, an derselben Alhidade befestigten Cylinder bediente, scheinen eine erst von Hipparch eingeführte Vorrichtung zu sein (Bailly, Hist. de l'Astr. moderne 2de éd. 1785 T. I. p. 480). Vergl. auch: Theon Alexandrin. Bas. 1538 p. 257 und 262; les Hypotyposes de Proclus Diadochus, éd. Halma 1820 p. 107 und 110; und Ptolem. Almag. ed. Halma T. I. Par. 1813 p. LVII.

[6] (S. 41.) Nach Arago; s. Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 p. 153.

[7] (S. 42.) Vergl. über das Verhalten der dunkeln Streifen des Sonnenbildes im Daguerreotype die Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. XIV 1842 p. 902 bis 904 und T. XVI. 1843 p. 402—407.

[8] (S. 42.) Kosmos Bd. II. S. 229.

[9] (S. 42.) Für die wichtige Unterscheidung des eigenen und reflectirten

n hier als Beispiel angeführt werden Arago's Untersuchung des Co-
. Durch Anwendung der von ihm 1811 entdeckten chromatischen
n bewies die Erzeugung von Complementar-Farben, roth und grün,
Lichte des Halley'schen Cometen (1835) reflectirtes Sonnen-
alten sei. Den früheren Versuchen, mittelst gleicher und ungleicher
der Bilder im Polariscop das eigene Licht der Capella mit dem des
nfang Juli 1819) aus den Sonnenstrahlen heraustretenden glanzvollen
vergleichen, habe ich selbst beigewohnt. (Annuaire du Bureau
g. pour 1836 p. 232, Kosmos Bd. I. S. 71 und 237—238,
Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.)
5. 42.) Lettre de M. Arago à M. Alexandre de Hum-
40 p. 37: A l'aide d'un polariscope de mon invention, je re-
vant 1820), que la lumière de tous les corps terrestres incan-
solides ou *liquides*, est de la lumière naturelle, tant qu'elle
corps sous des incidences perpendiculaires. La lumière, au
, qui sort de la surface incandescente sous un angle aigu, offre
es manifestes de polarisation. Je ne m'arrête pas à te rappe-
mment je déduisis de ce fait la conséquence curieuse que la
e s'engendre pas seulement à la surface des corps; qu'une por-
dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine.
ment besoin de dire qu'en répétant la même série d'épreuves
s mêmes instruments sur la lumière que lance une substance
nflammée, on ne lui trouve, *sous quelque inclinaison que ce soit*,
s caractères de la *lumière polarisée;* que la lumière des gaz,
sortie de la surface enflammée, est de la lumière naturelle:
mpêche pas qu'elle ne se polarise ensuite complètement si on
à des réflexions ou à des réfractions convenables. De là une
très simple pour découvrir à 40 millions de lieues de distance
du Soleil. La lumière provenant *du bord de cet astre*, la lu-
mée de la matière solaire *sous un angle aigu*, et nous arri-
avoir éprouvé en route des réflexions ou des réfractions sen-
re-t-elle des traces de polarisation: le Soleil est un corps *solide*
. S'il n'y a, au contraire, aucun indice de polarisation dans
du bord, la *partie incandescente* du Soleil *est gazeuse.* C'est
nchaînement méthodique d'observations qu'on peut arriver à
ns exactes sur la constitution physique du Soleil." (Ueber die
en der Sonne s. Arago im Annuaire pour 1846 p. 464.) Alle
en optischen Erörterungen, die ich den gedruckten oder handschriftlichen
gen meines Freundes entlehne, gebe ich mit seinen eigenen Worten
n Mißdeutungen zu vermeiden, welche bei dem Zurückübersetzen in
sche Sprache oder in viele andere Sprachen, in denen der Kosmos
urch das Schwankende der wissenschaftlichen Terminologie entstehen

5. 42.) Sur l'effet d'une lame de tourmaline taillée parallèle-

ment aux arêtes du prisme, servant, lorsqu'elle est convenable
située, à eliminer en totalité les rayons réfléchis par la surface
mer et mêlés à la lumière provenant de l'écueil. S. Arago, Ins
tions de la Bonite in dem Annuaire pour 1836 p. 339—343.

12 (S. 42.) De la possibilité de déterminer les pouvoirs réfring
des corps d'après leur composition chimique (angewandt auf das Ver
niß des Sauerſtoffs zum Stickſtoff in der atmoſphäriſchen Luft, auf den We
ſtoff-Gehalt im Ammoniak und im Waſſer, auf die Kohlenſäure, den Al
und den Diamant) ſ. Biot et Arago, mémoire sur les affin
des corps pour la lumière, März 1806; auch Mémoires math
et phys. de l'Institut T. VII. p. 327—346 und mein mémoire
les réfractions astronomiques dans la zone torrid
dem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 115 und 122.

13 (S. 42.) Expériences de Mr. Arago sur la puissance réfra
des corps diaphanes (de l'air sec et de l'air humide) par le dépl
ment des franges in Baigno, Répertoire d'Optique mod. I
p. 159—162.

14 (S. 43.) Um die Behauptung des Aratus, daß in den Plejaden
ſechs Sterne ſichtbar ſind, zu widerlegen, ſagt Hipparch (ad Arati Ph
I pag. 190 in Uranologio Petavii): „Dem Aratus iſt ein Stern
gangen. Denn wenn man in einer heiteren und mondloſen Nacht
Auge auf die Conſtellation ſcharf heftet, ſo erſcheinen in derſelben ſieben St
daher es wunderſam ſcheinen kann, daß Attalus bei ſeiner Beſchreibung
Plejaden ihm (dem Aratus) auch dieſes Verſehen hat durchgehen laſſen, al
deſſen Angabe in der Ordnung." Merope wird in den dem Eratoſthe
zugeſchriebenen Cataſterismen (XXIII) die unſichtbare, παναφανής
nannt. Ueber einen muthmaßlichen Zuſammenhang des Namens der Verſch
ten (Tochter des Atlas) mit geographiſchen Mythen in der Meropis des T
pompus, wie mit dem großen ſaturniſchen Continent des Plutarch
der Atlantis ſ. mein Examen crit. de l'hist. de la Géograp
T. I. p. 170. Vergl. auch Ideler, Unterſuchungen über den
ſprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. 145;
in Hinſicht aſtronomiſcher Ortsbeſtimmung Mädler, Unterſuch. über
Fixſtern-Syſteme Th. II. 1848 S. 36 und 166, wie Baily in
Mem. of the Astr. Soc. Vol. XIII. p. 33.

15 (S. 43.) Ideler, Sternnamen S. 19 und 25. — „On obser
ſagt Arago, „qu'une lumière forte fait disparaître une lumière f
placée dans le voisinage. Quelle peut en être la cause? Il est pos
physiologiquement que l'ébranlement communiqué à la rétine par l
mière forte s'étend au delà des points que la lumière forte a frappé
que cet ébranlement secondaire absorbe et neutralise en quelque s
l'ébranlement provenant de la seconde et faible lumière. Mais sans
trer dans ces causes physiologiques, il y a une cause directe qu'on
indiquer pour la disparition de la faible lumière: c'est que les ra

provenant de la grande n'ont pas seulement formé une image nette sur la rétine, mais se sont dispersés aussi sur toutes les parties de cet organe à cause des imperfections de transparence de la cornée. — Les rayons du corps plus brillant *a* en traversant la cornée se comportent comme en traversant un corps légèrement dépoli. Une partie de ces rayons réfractés régulièrement forme l'image même de *a*, l'autre partie *dispersée* éclaire la totalité de la rétine. C'est donc sur ce fond lumineux que se projette l'image de l'objet voisin *b*. Cette dernière image doit donc ou disparaître ou être affaiblie. De jour deux causes contribuent à l'affaiblissement des étoiles. L'une de ces causes c'est l'image distincte de cette portion de l'atmosphère comprise dans la direction de l'étoile (de la portion aérienne placée entre l'oeil et l'étoile) et sur laquelle l'image de l'étoile vient de se peindre; l'autre cause c'est la lumière diffuse provenant de la dispersion que les défauts de la cornée impriment aux rayons émanants de tous les points de l'atmosphère visible. *De nuit* les couches atmosphériques interposées entre l'oeil et l'étoile vers laquelle on vise, n'agissent pas; chaque étoile du firmament forme une image plus nette, mais une partie de leur lumière se trouve dispersée à cause du manque de diaphanité de la cornée. Le même raisonnement s'applique à une deuxième, troisième .... millième étoile. La rétine se trouve donc éclairée en totalité par une lumière diffuse, proportionnelle au nombre de ces étoiles et à leur éclat. On conçoit par-là que cette somme de lumière diffuse affaiblisse ou fasse entièrement disparaître l'image de l'étoile vers laquelle on dirige la vue." (Arago, handschriftliche Aufsätze vom Jahr 1847.)

[16] (S. 44.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 284 und in den Comptes rendus T. XV. 1842 p. 750 (Schum. astr. Nachr. No. 702). „In Bezug auf Ihre Vermuthungen über die Sichtbarkeit des Jupiterstrabanten", schreibt mir Herr Dr. Galle, „habe ich einige Schätzungen der Größe angestellt: jedoch gegen mein eigenes Erwarten gefunden, daß dieselben nicht 5ter Größe, sondern höchstens 6ter oder nur 7ter Größe sind. Bloß der hellste, dritte Trabant zeigte sich einem benachbarten Sterne 6ter Größe (den ich in einiger Entfernung vom Jupiter nur eben mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte) etwa gleich: so daß, mit Rücksicht auf den Schein des Jupiter, dieser Trabant vielleicht 5ter bis 6ter Größe geschätzt werden könnte, wenn er isolirt stände. Der 4te Trabant befand sich in seiner größten Elongation; ich konnte ihn aber nur 7ter Größe schätzen. Die Strahlen des Jupiter würden die Sichtbarkeit dieses Trabanten nicht hindern, wenn derselbe heller wäre. Nach Vergleichungen des Aldebaran mit dem benachbarten, deutlich als doppelt erkennbaren Stern β Tauri (mit $5'/_2$ Minute Distanz) schätze ich für ein gewöhnliches Auge die Strahlung des Jupiters auf mindestens 5 bis 6 Minuten." Diese Schätzungen stimmen mit denen von Arago überein; dieser glaubt sogar, daß die falschen Strahlen bei einigen Personen das Doppelte betragen. Die mittleren Entfernungen der 4 Trabanten vom Centrum des Hauptplaneten sind bekanntlich $1'51''$, $2'57''$, $4'42''$

und 8'16". „Si nous supposons que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera pas impossible que les satellites soient de tems en tems aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Cela a suffi pour qu'un Satellite convenablement écarté de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire." Arago in den Comptes rendus T. XV. (1842) p. 751. — Als ein merkwürdiges Beispiel der Scharfsichtigkeit und großen Sensibilität der Netzhaut einzelner Individuen, welche mit unbewaffnetem Auge Jupiterstrabanten sehen, kann ein 1837 in Breslau verstorbener Schneidermeister Schön angeführt werden, über den mir der gelehrte und thätige Director der dortigen Sternwarte, Herr von Boguslawski, interessante Mittheilungen gemacht hat. „Nachdem man sich mehrfach seit 1820 durch ernste Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren, mondlosen Nächten Schön die Stellung von Jupiterstrabanten, selbst von mehreren zugleich, richtig angab: und man ihm von den Ausstrahlungen und Sternschwänzen sprach, die Andere zu hindern schienen ein Gleiches zu thun; äußerte Schön seine Verwunderung über jene hindernden Ausstrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwischen ihm und den Umstehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden, dem Schön seien Planeten und Fixsterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erschienen. Am besten sah er den dritten Trabanten: auch wohl den ersten, wenn er gerade in der größten Digression war; nie aber sah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günstiger Luft erschienen ihm die Trabanten bloß als schwache Lichtstreifen. Kleine Fixsterne: vielleicht wegen des funkelnden, minder ruhigen Lichtes, verwechselte er bei den Versuchen nie mit Trabanten. Einige Jahre vor seinem Tode klagte mir Schön, daß seine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupitersmonden reichten, und daß sie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzeln nur ihre Stelle als schwache lichte Striche bezeichneten." Die eben erwähnten Versuche stimmen ganz mit dem, was längst über die relative Helligkeit der Jupiterstrabanten bekannt ist; denn Helligkeit und Qualität des Lichtes wirken bei Individuen von so großer Vollkommenheit und Sensibilität des Organs wahrscheinlich mehr als Abstand vom Hauptplaneten. Schön sah nie den 2ten und 4ten Trabanten. Jener ist der kleinste von allen; dieser nach dem 3ten allerdings der größte und fernste, aber periodisch von dunkler Färbung und gewöhnlich der lichtschwächste unter den Trabanten. Von dem 3ten und 1ten, die am besten und häufigsten mit unbewaffnetem Auge gesehen wurden: ist jener, der größte aller, in der Regel der hellste, und von sehr entschieden gelber Farbe; *dieser, der 1te, übertrifft* bisweilen in der Intensität seines hellgelben Lichtes *den Glanz des dritten* und viel größeren. (Mädler, Astron. 1846 S. 231

bis 234 und 439.) Wie durch eigene Brechungs-Verhältnisse im Sehorgan entfernte leuchtende Punkte als lichte Streifen erscheinen können, zeigen Sturm und Airy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XX. 1845 p. 764—766.

17 (S. 44.) „L'image *épanouie* d'une étoile de 7ème grandeur n'ébranle pas suffisamment la rétine: elle n'y fait pas naître une sensation appréciable de lumière. Si l'image *n'était point épanouie* (par des rayons divergents), la sensation aurait plus de force, et l'étoile se verrait. La première classe d'étoiles invisibles à l'oeil nu ne serait plus alors la septième: pour la trouver, il faudrait peut-être descendre alors jusqu'à la 12e. Considérons un groupe d'étoiles de 7e grandeur tellement rapprochées les unes des autres que les intervalles échappent nécessairement à l'oeil. *Si la Vision avait de la netteté*, si l'image de chaque étoile était très petite et bien terminée, l'observateur apercevrait un champ de lumière dont chaque point aurait *l'éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur. *L'éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur suffit à la vision à l'oeil nu. Le groupe serait donc visible à l'oeil nu. Dilatons maintenant sur la rétine l'image de chaque étoile du groupe; remplaçons chaque point de l'ancienne image générale par un petit cercle: ces cercles empiéteront les uns sur les autres, et les divers points de la rétine se trouveront éclairés par de la lumière venant simultanément de plusieurs étoiles. Pour peu qu'on y réfléchisse, il restera évident qu'excepté sur les bords de l'image générale, l'aire lumineuse ainsi éclairée a précisément, à cause de la superposition des cercles, la même intensité que dans le cas où chaque étoile n'éclaire qu'un seul point au fond de l'oeil; mais si chacun de ces points reçoit une lumière égale en intensité à la lumière concentrée d'une étoile de 7e grandeur, il est clair que l'épanouissement des images individuelles des étoiles contiguës ne doit pas empêcher la visibilité de l'ensemble. Les instruments télescopiques ont, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, le défaut de donner aussi aux étoiles un *diamètre sensible et factice*. Avec ces instruments, comme à l'oeil nu, on doit donc apercevoir des groupes, composés d'étoiles inférieures en intensité à celles que les mêmes lunettes ou télescopes feraient apercevoir isolément." Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 284.

18 (S. 44.) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1803 Vol. 93 p. 225 und for 1805 Vol. 95. p. 184. Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 360—374.

19 (S. 46.) Humboldt, Relation hist. du Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 92—97 und Bouguer, traité d'Optique p. 360 und 365. (Vergl. auch Cap. Beechey im Manual of scientific Enquiry for the use of the R. Navy 1849 p. 71.)

20 (S. 46.) Die von Buffon erwähnte Stelle des Aristoteles findet sich in einem Buche, wo man sie am wenigsten gesucht hätte: in dem de gene-

rat. Animal. V, 1 p. 780 Bekker. Sie lautet genau überſetzt folgend maßen: „Scharf ſehen heißt einerſeits vermögen fern zu ſehen, andererſeits Unterſchiede des Geſehenen genau erkennen. Beides iſt nicht zugleich bei d ſelben (Individuen) der Fall. Denn derjenige, welcher ſich die Hand über Augen hält oder durch eine Röhre ſieht, iſt nicht mehr und nicht weni im Stande die Unterſchiede der Farben zu ergründen, wird aber wohl die Geg ſtände in größerer Entfernung ſehen. So kommt es ja auch vor, daß die, wel in Erdgewölben und Ciſternen ſich befinden, von da aus bi weilen Sterne ſehen.“ Ὀρύγματα und beſonders φρέατα ſind unt irdiſche Ciſternen oder Quellgemächer: welche in Griechenland, wie als Aug zeuge Prof. Franz bemerkt, durch einen ſenkrechten Schacht mit Luft und Li in Verbindung geſetzt ſind und ſich nach unten wie der Hals einer Flaſche weitern. Plinius (lib. II cap. 14) ſagt: „Altitudo cogit minores vid stellas; affixas caelo Solis fulgor interdiu non cerni, quum aeque noctu luceant: idque manifestum fiat *defectu Solis et praealtis pute* Cleomedes (Cycl. Theor. pag. 83 Bale) ſpricht nicht von bei Tage g ſehenen Sternen, behauptet aber: „daß die Sonne, aus tiefen Ciſternen b trachtet, größer erſcheine wegen der Dunkelheit und feuchten Luft.

21 (S. 46.) „We have ourselves heard it stated by a celebrat Optician, that the earliest circumstance which drew his attention astronomy, was the regular appearance, at a certain hour, for sever successive days, of a considerable star, through the shaft of a chimney John Herſchel, outlines of Astr. § 61. Die Rauchfangkehrer, bei dem ich nachgeforſcht, berichten bloß, aber ziemlich gleichförmig: „daß ſie bei Ta nie Sterne geſehen, daß aber bei Nacht ihnen aus tiefen Röhren die Himmel decke ganz nahe und die Sterne wie vergrößert ſchienen.“ Ich enthalte mich all Betrachtung über den Zuſammenhang beider Illuſionen.

22 (S. 47.) Sauſſure, Voyage dans les Alpes (Neuchat 1779. 4°) T. IV. § 2007 p. 199.

23 (S. 47.) Humboldt, essai sur la Géographie de Plantes p. 103. Vergl. auch mein Voyage aux Régions équ noxiales T. I. p. 148 und 248.

24 (S. 48.) Humboldt in Franz von Zach's monatlicher Corr ſpondenz zur Erd- und Himmels-Kunde Bd. I. 1800 S. 396; de ſelbe im Voy. aux Régions équin. T. I. p. 125: „On croyoit vo de petites fusées lancées dans l'air. Des points lumineux, élevés de à 8 degrés, paroissoient d'abord se mouvoir dans le sens vertical, ma puis se convertir en une véritable oscillation horizontale. Ces poin lumineux étoient des images de plusieurs étoiles agrandies (en app rence) par les vapeurs et revenant au même point d'où elles étoie parties.“

25 (S. 48.) Prinz Adalbert von Preußen, aus meinem Tag buche 1847 S. 213. Hängt die von mir beſchriebene Erſcheinung vielleicht m der zuſammen, welche Carlini beim Durchgange des Polarſterns und bei de

Oscillationen von 10—12 Secunden in dem stark vergrößernden Mailänder Mittags-Fernrohr beobachtet hat? (S. Zach, Correspondance astronomique et géogr. Vol. II. 1819 p. 84.) Brandes (Gehler's umgearb. physik. Wörterb. Bd. IV. S. 549) will sie auf Luftspiegelung (mirage) zurückführen. Auch das sternartige Heliotrop-Licht sah ein vortrefflicher und geübter Beobachter, Obrist Baeyer, oft in horizontalem Hin- und Herschwanken.

26 (S. 50.) Das ausgezeichnete künstlerische Verdienst von Constantin Huygens, welcher Secretär des Königs Wilhelm III war, ist erst neuerdings in das gehörige Licht gesetzt worden: durch Uylenbroek in der Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis dioptricae cultoribus, 1838; und von dem gelehrten Director der Leidener Sternwarte, Prof. Kaiser, in Schumacher's astron. Nachr. No. 592 S. 246.

27 (S. 50.) Arago im Annuaire pour 1844 p. 381.

28 (S. 50.) „Nous avons placé ces grands verres", sagt Dominique Cassini, „tantôt sur un grand mât, tantôt sur la *tour de bois venue de Marly*; enfin nous les avons mis dans un tuyau monté sur un support en forme d'échelle à trois faces, ce qui a eu (dans la découverte des Satellites de Saturne) le succès que nous en avions espéré." Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 785. Diese übermäßigen Längen der optischen Werkzeuge erinnern an die arabischen Meßinstrumente: Quadranten von 180 Fuß Radius, in deren eingetheilten Bogen das Sonnenbild durch eine kleine runde Oeffnung gnomonisch einfiel. Ein solcher Quadrant stand zu Samarkand: wahrscheinlich dem früher construirten Sextanten von 57 Fuß Höhe des Al-Cholandi nachgebildet. (Vergl. Sédillot, Prolégomènes des Tables d'Oloug Beigh 1847 p. LVII und CXXIX.

29 (S. 50.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 594. Früher schon hatte der mystische, aber in optischen Dingen sehr erfahrene Capuziner-Mönch Schyrle von Rheita in seinem Oculus Enoch et Eliae (Antv. 1645) von der nahen Möglichkeit gesprochen sich 4000malige Vergrößerungen der Ferntöhre zu schaffen, um genaue Berglarten des Mondes zu liefern. Vergl. oben Kosmos Bd. II. S. 330 Note 48.

30 (S. 51.) Edinb. Encyclopedia Vol. XX. p. 479.

31 (S. 51.) Struve, études d'Astr. stellaire 1847 note 59 p. 24. Ich habe in dem Texte die Benennungen Herschel'scher Spiegelteleſcope von 40, 20 und 7 englischen Fußen beibehalten, wenn ich auch sonst überall französisches Maaß anwende; ich thue dies hier nicht bloß, weil diese Benennungen bequemer sind, sondern hauptsächlich, weil sie durch die großen Arbeiten des Vaters und des Sohnes in England und zu Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung eine historische Weihe erhalten haben.

32 (S. 52.) Schumacher's astron. Nachrichten No. 371 und 611. *Cauchois und Lerebours haben auch Objective von mehr als 12 1/2 Pariser Zoll und 23 1/2 Fuß Focalweite geliefert.*

33 (S. 52.) Struve, Stellarum duplicium et multi cium Mensurae micrometricae p. 2—41.

34 (S. 52.) Herr Airy hat neuerlichſt die Fabrications-Methoden b Teleſcope vergleichend beſchrieben: den Guß der Spiegel und die Metallmiſch die Vorrichtung zum Poliren, die Mittel der Aufſtellung; monthly Noti of the Astr. Soc. Vol. IX. 1849 p. 110—121. Von dem Effect des ſ füßigen Metallſpiegels des Lord Roſſe heißt es dort (p. 130): „The Astronc Royal (Mr. Airy) alluded to the impression made by the enormous of the telescope: partly by the modifications produced in the ap rances of nebulae already figured, partly by the great number of seen even at a distance from the Milky Way, and partly from the digious brilliancy of *Saturn*. The account given by another astronc of the appearance of *Jupiter* was, that it resembled a coach-lamp in telescope; and this well expresses the blaze of light which is seen in instrument." Vergl. auch Sir John Herſchel, outl. of Astr. § „The sublimity of the spectacle afforded by the magnificent reflec telescope constructed by Lord Rosse of some of the larger globular sters of nebulae is declared by all, who have witnessed it, to be as no words can express. This telescope has resolved or rendered r vable multitudes of nebulae which had resisted all inferior powers."

35 (S. 53.) Delambre, Histoire de l'Astronomie derne T. II. p. 225.

36 (S. 53.) Struve, Mensurae micrometr. p. XLIV.

37 (S. 53.) Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 100.

38 (S. 53.) „La *lumière atmosphérique diffuse* ne peut s'expli par le reflet des rayons solaires sur la surface de séparation des cou de différentes densités dont on suppose l'atmosphère composée. En supposons le Soleil placé à l'horizon, les surfaces de séparation dar direction du zénith seraient horizontales, par conséquent la réfle serait horizontale aussi et nous ne verrions aucune lumière au zé Dans la supposition des couches aucun rayon ne nous arriverait voie d'une première réflexion. Ce ne seraient que les réflexions m ples qui pourraient agir. Donc pour expliquer la *lumière diffus* faut se figurer l'atmosphère composée de molécules (sphériques exemple) dont chacune donne une image du soleil à peu près co les boules de verre que nous plaçons dans nos jardins. L'air pu bleu, parce que d'après Newton les molécules de l'air ont l'*épais* qui convient à la réflexion des rayons bleus. Il est donc naturel les petites images du soleil que de tous côtés réfléchissent les molé sphériques de l'air et qui sont la lumière diffuse, aient une teinte bl mais ce bleu n'est pas du bleu pur, c'est un blanc dans lequel le prédomine. Lorsque le ciel n'est pas dans toute sa pureté et que est mêlé de vapeurs visibles, la lumière diffuse reçoit beaucoup de bl Comme la lune est jaune, le bleu de l'air pendant la nuit est un

verdâtre, c'est-à-dire mélangé de bleu et de jaune." (Arago, Handschrift von 1847.)

39 (S. 53.) D'un des effets des Lunettes sur la visibilité des étoiles. (Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt, en décembre 1847.)

„L'oeil n'est doué que d'une sensibilité circonscrite, bornée. Quand la lumière qui frappe la rétine, n'a pas assez d'intensité, l'oeil ne sent rien. C'est par un manque d'intensité que beaucoup d'*étoiles*, même dans les nuits les plus profondes, échappent à nos observations. Les lunettes ont pour effet, *quant aux étoiles*, d'augmenter l'intensité de l'image. Le faisceau cylindrique de rayons parallèles venant d'une étoile, qui s'appuie sur la surface de la lentille objective et qui a cette surface circulaire pour base, se trouve considérablement resserré à la sortie de la lentille oculaire. Le diamètre du premier cylindre est au diamètre du second, comme la distance focale de l'objectif est à la distance focale de l'oculaire, ou bien comme le diamètre de l'objectif est au diamètre *de la portion d'oculaire*, qu'occupe le faisceau émergent. Les intensités de lumière dans les deux cylindres en question (dans les deux cylindres incident et émergent) doivent être entr' elles comme les étendues superficielles des bases. Ainsi la lumière émergente sera plus condensée, *plus intense*, que la lumière naturelle tombant sur l'objectif, dans le rapport de la surface de cet objectif à la surface circulaire de la base du faisceau émergent. Le faisceau *émergent*, *quand la lunette grossit*, étant plus étroit que le faisceau cylindrique qui tombe sur l'objectif, il est évident que la pupille, quelle que soit son ouverture, recueillera plus de rayons par l'intermédiaire de la lunette que sans elle. La lunette augmentera donc toujours l'intensité de la lumière *des étoiles*."

„Le cas *le plus favorable*, quant à l'effet des lunettes, est évidemment celui où l'oeil reçoit la totalité du faisceau émergent, le cas où ce faisceau a moins de diamètre que la pupille. Alors *toute la lumière* que l'objectif rembrasse, concourt, par l'entremise du télescope, à la formation de l'image. A l'oeil nu, au contraire, *une portion* seule de cette même lumière est mise à profit: c'est la petite portion que la surface de la pupille découpe dans le faisceau incident naturel. L'intensité de l'image télescopique d'une *étoile* est donc à l'intensité de l'image à l'oeil nu, *comme la surface de l'objectif est à celle de la pupille.*"

„Ce qui précède, est relatif à la visibilité d'un seul point, d'une seule étoile. Venons à l'observation d'un objet ayant des dimensions angulaires sensibles, à l'observation d'une *planète*. Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque la pupille reçoit la totalité du pinceau émergent, l'intensité de l'image *de chaque point* de la planète se calculera par la proportion que nous venons de donner. La quantité *totale de lumière* concourant à former *l'ensemble* de l'image à l'oeil nu, sera donc aussi à la *quantité totale de lumière* qui forme l'image de la

planète à l'aide d'une lunette, comme la surface de la pupille est à la surface de l'objectif. Les intensités comparatives, non plus de points isolés, mais des deux images d'une planète, qui se forment sur la rétine à l'oeil nu, et par l'intermédiaire d'une lunette, doivent évidemment *diminuer* proportionnellement aux *étendues superficielles* de ces deux images. Les dimensions *linéaires* des deux images sont entr' elles comme le diamètre de l'objectif est au diamètre du faisceau émergent. Le nombre de fois que la *surface* de l'image amplifiée surpasse la *surface* de l'image à l'oeil nu, s'obtiendra donc en divisant le carré du *diamètre* de *l'objectif* par le carré du *diamètre du faisceau émergent*, ou bien la *surface de l'objectif par la surface de la base circulaire du faisceau émergent.*"

„Nous avons déjà obtenu le rapport des *quantités totales de lumière* qui engendrent les deux images *d'une planète*, en divisant la surface de l'objectif *par la surface de la pupille*. Ce nombre est *plus petit* que le quotient auquel on arrive en divisant la *surface de l'objectif* par la *surface du faisceau émergent*. Il en résulte, quant aux planètes: qu'une lunette fait moins gagner en intensité de lumière, qu'elle ne fait perdre en agrandissant *la surface* des images sur la rétine; l'intensité de ces images doit donc aller continuellement en s'affaiblissant à mesure que le pouvoir amplificatif de la lunette ou du télescope s'accroît."

„L'atmosphère peut être considérée comme une planète à dimensions indéfinies. La portion qu'on en verra dans une lunette, subira donc aussi la *loi* d'affaiblissement que nous venons d'indiquer. Le *rapport* entre l'intensité de la lumière d'une *planète* et le champ de lumière atmosphérique à travers lequel on la verra, sera le même à l'oeil nu et dans les lunettes de tous les grossissements, de toutes les dimensions. Les lunettes, *sous le rapport de l'intensité*, ne favorisent donc pas la visibilité *des planètes.*"

„Il n'en est point ainsi des *étoiles*. L'intensité de l'image d'une étoile est plus forte avec une lunette qu'à l'oeil nu; au contraire, le champ de la vision, uniformément éclairé dans les deux cas par la lumière atmosphérique, est plus clair à l'oeil nu que dans la lunette. Il y a donc deux raisons, sans sortir des considérations d'intensité, pour que dans une lunette l'image de l'étoile prédomine sur celle de l'atmosphère, notablement plus qu'à l'oeil nu."

„Cette prédominance doit aller graduellement en augmentant avec le grossissement. En effet, abstraction faite de certaine augmentation du diamètre de l'étoile, conséquence de divers effets de *diffraction* ou d'*interférence*, abstraction faite aussi d'une plus forte réflexion que la lumière subit sur les surfaces plus obliques des oculaires de très courts foyers, *l'intensité de la lumière de l'étoile est constante* tant que l'ouverture de *l'objectif* ne varie pas. Comme on l'a vu, la *clarté du champ de la lunette, au contraire, diminue sans cesse* à mesure que le pouvoir

dificatif s'accroît. Donc, toutes autres circonstances restant égales, étoile sera d'autant plus visible, sa prédominance sur la lumière champ du télescope sera d'autant plus tranchée qu'on fera usage grossissement plus fort." (Arago, Handſchrift von 1847). — Ich noch hinzu aus dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1846 ices scientif. par Mr. Arago) p. 381: „L'expérience a montré que, r le commun des hommes, deux espaces éclairés et contigus ne se inguent pas l'un de l'autre, à moins que leurs intensités compara- ne présentent, au minimum, une différence de $^1/_{60}$. Quand une tte est tournée vers le firmament, son champ semble uniformément iré: c'est qu'alors il existe, dans un plan passant par le foyer et pendiculaire à l'axe de l'objectif, une *image indéfinie* de la région osphérique vers laquelle la lunette est dirigée. Supposons qu'un e, c'est-à-dire un objet situé bien au delà de l'atmosphère, se trouve s la direction de la lunette: son image ne sera visible qu'autant lle augmentera de $^1/_{60}$, au moins, l'intensité de la portion de l'image le *indéfinie* de l'atmosphère, sur laquelle sa propre image *limitée* se placer. Sans cela, le champ visuel continuera à *paraître* partout même intensité."

40 (S. 54.) Die früheſte Bekanntmachung von Arago's Erklärung der ntillation geſchah in dem Anhange zum 4ten Buche meines Voyage aux gions équinoxiales T. I. p. 623. Ich freue mich, mit den hier nden Erläuterungen, welche ich aus den oben (Anm. 10) angegebenen Gründen er in dem Original-Texte abdrucken laſſe, den Abſchnitt über das natür- und teleſcopiſche Sehen bereichern zu können:

„Des causes de la Scintillation des étoiles.

„Ce qu'il y a de plus remarquable dans le phénomène de la scin- tion, c'est le changement de couleur. Ce changement est beaucoup fréquent que l'observation ordinaire l'indique. En effet, en agitant nette, on transforme l'image dans une ligne ou un cercle, et tous points de cette ligne ou de ce cercle paraissent de couleurs diffé- es. C'est la résultante de la superposition de toutes ces images que voit, lorsqu'on laisse la lunette immobile. Les rayons qui se ré- ent au foyer d'une lentille, vibrent d'accord ou en désaccord, s'ajou- ou se détruisent, suivant que les couches qu'ils ont traversées, ont ou telle réfringence. L'ensemble des rayons rouges peut se détruire , si ceux de droite et de gauche et ceux de haut et de bas ont tra- é des milieux inégalement réfringents. Nous avons dit *seul*, parce la différence de réfringence qui correspond à la destruction du rayon e, n'est pas la même que celle qui amène la destruction du rayon , et réciproquement. Maintenant si des rayons rouges sont détruits, ui reste, sera le blanc moins le rouge, c'est-à-dire du vert. Si le au contraire *est détruit par interférence*, l'image sera du blanc *s le vert, c'est-à-dire du rouge.* Pour expliquer pourquoi les pla-

nètes à grand diamètre ne scintillent pas ou très peu, il faut se ra
que le disque peut être considéré comme une aggrégation d'étoi
de petits points qui scintillent isolément; mais les images de diffé
couleurs que chacun de ces points pris isolément donnerait, emp
les unes sur les autres, formeraient du blanc. Lorsqu'on place u
phragme ou un bouchon percé d'un trou sur l'objectif d'une lunet
étoiles acquièrent un disque entouré d'une série d'anneaux lum
Si l'on enfonce l'oculaire, le disque de l'étoile augmente de diamè
il se produit dans son centre un trou obscur; si on l'enfonce dava
un point lumineux se substitue au point noir. Un nouvel enfonc
donne naissance à un centre noir, etc. Prenons la lunette lors
centre de l'image est noir, et visons à une étoile qui ne scintille p
centre restera noir, comme il l'était auparavant. Si au contrai
dirige la lunette à une étoile qui scintille, on verra le centre de l'
lumineux et obscur par intermittence. Dans la position où le cen
l'image est occupé par un point lumineux, on verra ce point disp
et renaître successivement. Cette disparition ou réapparition du
central est la preuve directe de l'*interférence* variable des rayons.
bien concevoir l'absence de lumière au centre de ces images di
il faut se rappeler que les rayons régulièrement réfractés par l'o
ne se réunissent et ne peuvent par conséquent *interférer* qu'au
par conséquent les images dilatées que ces rayons peuvent pro
resteraient toujours pleines (sans trou). Si dans une certaine pc
de l'oculaire un trou se présente au centre de l'image, c'est q
rayons régulièrement réfractés *interfèrent* avec des rayons *diff*
sur les bords du diaphragme circulaire. Le phénomène n'est pa
stant, parce que les rayons qui interfèrent dans un certain m
n'interfèrent pas un instant après, lorsqu'ils ont traversé des c
atmosphériques dont le pouvoir réfringent a varié. On trouve
cette expérience la preuve manifeste du rôle que joue dans le p
mène de la scintillation l'inégale réfrangibilité des couches atmos
ques traversées par les rayons dont le faisceau est très étroit."

„Il résulte de ces considérations que l'explication des scintill
ne peut être rattachée qu'aux phénomènes des *interférences lumi*
Les rayons des étoiles, après avoir traversé une atmosphère où il
des couches inégalement chaudes, inégalement denses, inégal
humides, vont se réunir au foyer d'une lentille, pour y former de
ges d'intensité et de couleurs perpétuellement changeantes, c'est
des images telles que la scintillation les présente. Il y a aussi sci
tion hors du foyer des lunettes. Les explications proposées par C
Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huygens, Newton et John M
que j'ai examinées dans un mémoire présenté à l'Institut en 1840 (C
tes rendus T. X. p. 83), sont inadmissibles. Thomas Young, à
nous devons les premières lois des interférences, à cru inexplic

phénomène de la scintillation. La fausseté de l'ancienne explication par des vapeurs qui voltigent et déplacent, est déjà prouvée par la circonstance que nous voyons la scintillation des yeux, ce qui supposerait un déplacement d'une minute. Les ondulations du bord du Soleil sont de 4″ à 5″ et peut-être des pièces qui *manquent*, donc encore effet de l'interférence des rayons." (Auszüge aus Handschriften von Arago 1847.)

41 (S. 55.) Arago im Annuaire pour 1831 p. 168.

42 (S. 56.) Aristot. de Coelo II, 8 p. 290 Bekker.

43 (S. 56.) Kosmos Bd. II. S. 225.

44 (S. 56.) Causae scintillationis in Kepler de Stella nova in pede Serpendarii 1606 cap. 18 p. 92—97.

45 (S. 56.) Lettre de Mr. Garcin, Dr. en Méd., à Mr. de Réaumur in der Hist. de l'Académie Royale des Sciences Année 1743 p. 28—32.

46 (S. 57.) S. Voyage aux Régions équin. T. I. p. 511 und 512, T. II. p. 202—208; auch meine Ansichten der Natur, dritte Ausg. Bd. I. S. 29 und 225. „En Arabie," sagt Garcin, „de même qu'à Bender-Abassi, port fameux du Golfe Persique, l'air est parfaitement serein presque toute l'année. Le printemps, l'été et l'automne se passent, sans qu'on y voie la moindre rosée. Dans ces mêmes temps tout le monde couche dehors sur le haut des maisons. Quand on est ainsi couché, il n'est pas possible d'exprimer le plaisir qu'on prend à contempler la beauté du ciel, l'éclat des étoiles. C'est une lumière pure, ferme et éclatante, sans étincellement. Ce n'est qu'au milieu de l'hiver que la Scintillation, quoique très-foible, s'y fait apercevoir." Garcin in der Hist. de l'Acad. des Sc. 1743 p. 30.

47 (S. 58.) Von den Täuschungen sprechend, welche die Geschwindigkeiten des Schalles und des Lichts veranlassen, sagt Bacon: „atque hoc cum similibus nobis quandoque dubitationem peperit plane monstrosam; videlicet, utrum coeli sereni et stellati facies ad idem tempus cernatur, quando vere existit, an potius aliquanto post; et utrum non sit (quatenus ad visum coelestium) non minus tempus verum et tempus visum, quam locus verus et locus visus, qui notatur ab astronomis in parallaxibus. Adeo incredibile nobis videbatur, species sive radios corporum coelestium, per tam immensa spatia milliarium, subito deferri posse ad visum; sed potius debere eas in tempore aliquo notabili delabi. Verum illa dubitatio (quoad majus aliquod intervallum temporis inter tempus verum et visum) postea plane evanuit, reputantibus nobis....." The Works of Francis Bacon Vol. I. Lond. 1740 (Novum Organum) p. 371. Er nimmt dann, ganz nach Art der Alten, eine eben geäußerte wahre Ansicht wieder zurück. — Vergl. Somerville, the Connexion of the Physical Sciences p. 36 und Kosmos Bd. I. S. 100.

48 (S. 58.) S. Arago's Entwicklung seiner Methode im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 337—343. „L'observa-

tion attentive des phases d'Algol à six mois d'intervalle servira à déterminer directement la vitesse de la lumière de cette étoile. Près du maximum et du minimum le changement d'intensité s'opère lentement; il est au contraire rapide à certaines époques intermédiaires entre celles qui correspondent aux deux états extrêmes, quand Algol, soit en diminuant, soit en augmentant d'éclat, passe par la troisième grandeur."

[49] (S. 58.) Newton, Opticks 2d Ed. (Lond. 1718) p. 325: „light moves from the Sun to us 7 or 8 minutes of time". Newton vergleicht die Geschwindigkeit des Schalles (1140 feet in 1") mit der des Lichtes. Wenn er für die letztere, nach Beobachtungen von Verfinsterungen von Jupiterstrabanten (der Tod des großen Mannes fällt ohngefähr ein halbes Jahr vor Bradley's Entdeckung der Aberration), von der Sonne zur Erde 7' 30" rechnet, bei der Annahme von einem Abstand von 70 Millionen englischer Meilen; so durchläuft das Licht in jeder Zeitsecunde 155555$^5/_9$ engl. Meilen. Die Reduction dieser Meilen auf geographische (15=1°) ist Schwankungen unterworfen, je nachdem man die Gestalt der Erde verschieden annimmt. Nach Encke's genauen Annahmen im Jahrbuch für 1852 gehen (wenn nach Dove 1 engl. Meile = 5280 engl. Fuß = 4954,206 Pariser Fuß) 69,1637 engl. Meilen auf einen Aequatorial-Grad. Für Newton's Angabe folgt demnach eine Lichtgeschwindigkeit von 38736 geogr. Meilen. Newton hat aber die Sonnen-Parallaxe zu 12" angenommen. Ist diese, wie sie Encke's Berechnung des Venus-Durchganges gegeben hat, 8",57116; so wird damit die Entfernung größer, und man erhält für die Lichtgeschwindigkeit (bei 7$^1/_2$ Minuten) 47282 geogr. Meilen für eine Zeitsecunde: also zu viel, statt vorher zu wenig. Es ist gewiß sehr merkwürdig, und von Delambre (Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 658) nicht bemerkt worden, daß Newton: während die Angaben des Lichtweges in dem Halbmesser der Erdbahn seit Römer's Entdeckung 1675 bis zum Anfang des 18ten Jahrhunderts, übertrieben hoch, zwischen 11' und 14'10" schwankten; vielleicht auf neuere englische Beobachtungen des ersten Trabanten gestützt, der Wahrheit (dem jetzt angenommenen Struvischen Resultate) ohngefähr bis auf 47" nahe kam. Die älteste Abhandlung, in welcher Römer, Picard's Schüler, der Akademie seine Entdeckung vortrug, war vom 22 Nov. 1675. Er fand durch 40 Aus- und Eintritte der Jupiterstrabanten „un retardement de la lumière de 22 minutes par l'intervalle qui est le double de celui qu'il y a d'ici au Soleil." (Mémoires de l'Acad. de 1666—1699 T. X. 1730 p. 400). Cassini bestritt nicht die Thatsache der Verlangsamung; aber er bestritt das angegebene Zeitmaaß: weil (was sehr irrig ist) verschiedene Trabanten andere Resultate darböten. Du Hamel, der Secretär der Pariser Akademie (Regiae scientiarum Academiae Historia 1698 p. 145), giebt, 17 Jahre nachdem Römer Paris verlassen hatte, und doch ihn bezeichnend, 10 bis 11 Minuten an; aber wir wissen durch Peter Horrebow (Basis Astronomiae sive Triduum Roemerianum 1735 p. 122—129), daß *Römer, als er 1704, also 6 Jahre vor seinem Tode, ein eigenes Werk über die Geschwindigkeit des Lichtes* herausgeben wollte, bei dem Resultate von 11' 57"

e: eben so Huygens (tract. de Lumine cap. 1 p. 7). Ganz verfährt Cassini; er findet für den ersten Trabanten 7′ 5″, für den zwei- 12″, und legt für seine Jupitertafeln zum Grunde 14′ 10″ pro pera- diametri semissi. Der Irrthum war also im Zunehmen. (Vergl. bow, Triduum p. 129; Cassini, Hypothèses et Satel- de Jupiter in den Mém. de l'Acad. 1666—1699 T. VIII. und 475; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 751 und du Hamel, Physica p. 435.)

0 (S. 58.) Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne p. 653.

1 (S. 58.) Reduction of Bradley's observations at and Wansted 1836 p. 22; Schumacher's astr. Nachr. Bd. 1836 Nr. 309. (Vergl. miscellaneous Works and Corre- dence of the Rev. James Bradley, by Prof. Rigaud, Oxford — Ueber die bisherigen Erklärungsversuche der Aberration nach der Un- ns-Theorie des Lichts s. Doppler in den Abhandl. der Kön. ischen Gesellschaft der Wiss. 5te Folge Bd. III. S. 745—765. ein merkwürdig ist für die Geschichte großer astronomischer Entdeckungen, icard mehr als ein halbes Jahrhundert vor Bradley's eigentlicher Ent- und Erklärung der Ursach der Aberration, wahrscheinlich seit 1667, eine kehrende Bewegung des Polarsternes von ungefähr 20″ bemerkt, welche Wirkung der Parallaxe noch der Refraction sein könne und in entgegen- n Jahreszeiten sehr regelmäßig sei." (Delambre, Hist. de l'Astr. orne T. II. p. 616). Picard war auf dem Wege die Geschwindigkeit des n Lichts früher zu entdecken, als sein Schüler Römer die Geschwindigkeit flectirten Lichtes bekannt machte.

2 (S. 58.) Schum. astr. Nachr. Bd. XXI. 1844 No. 484; Struve, es d'Astr. stellaire p. 103 und 107 (vergl. Kosmos Bd. I.). Wenn in dem Annuaire pour 1842 p. 287 die Geschwindigkeit chts in der Secunde zu 308000 Kilometern oder 77000 lieues (also jede 00 Metern) geschätzt wird, so steht diese Angabe der neuen Struvischen ichsten. Sie giebt 41507 geogr. Meilen, die der Pulkowaer Sternwarte . Ueber den Unterschied der Aberration des Polarsternes und seines Be- s, und Struve's eigene neuere Zweifel s. Mädler, Astronomie 1849 3. Ein noch größeres Resultat für den Lichtweg von der Sonne zur Erde William Richardson: nämlich 8′ 19″,28: wozu die Geschwindigkeit von geogr. Meilen gehört. (Mem. of the Astron. Soc. Vol. IV. P. 1. p. 68.)

3 (S. 59.) Fizeau giebt sein Resultat in lieues an, deren 25 auf einen torial-Grad gehen und welche demnach 4452 Meter haben; zu 70000 solcher in der Secunde. Ueber frühere Versuche von Fizau s. Comptes ren- T. XXIX. 1849 p. 92. In Moigno's Répert. d'Optique orne P. III. p. 1162 ist das Resultat zu 70843 lieues (25 = 1°) ange- also *42506 geogr. Meilen, dem Resultat von Bradley nach Busch am*

z.

54 (S. 59.) „D'après la théorie mathématique dans le système des ondes, les rayons de différentes couleurs, les rayons dont les ondulations sont inégales, doivent néanmoins se propager dans l'Éther avec la même vitesse. Il n'y a pas de différence à cet égard entre la propagation des ondes sonores, lesquelles se propagent dans l'air avec la même rapidité. Cette égalité de propagation des ondes sonores est bien établie expérimentalement par la similitude d'effet que produit une musique donnée à toutes distances du lieu où l'on exécute. La principale difficulté, je dirai l'unique difficulté qu'on eût élevée contre le système des ondes, consistait donc à expliquer, comment la vitesse de propagation des rayons de différentes couleurs dans des corps différents pouvait être dissemblable et servir à rendre compte de l'inégalité de réfraction de ces rayons ou de la dispersion. On a montré récemment que cette difficulté n'est pas insurmontable; qu'on peut constituer l'Éther dans les corps inégalement denses de manière que des rayons à ondulations dissemblables s'y *propagent* avec des vitesses inégales: reste à déterminer, si les conceptions des géomètres à cet égard sont conformes à la nature des choses. Voici les amplitudes des ondulations déduites expérimentalement d'une série de faits relatifs aux interférences:

	mm
violet . . .	0,000423
jaune . . .	0,000551
rouge . . .	0,000620.

La vitesse de transmission des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes est la même dans le système des ondes et tout à fait indépendante de l'étendue ou de la vitesse des ondulations.“ Arago, Handschr. von 1849. Vergl. auch Annuaire pour 1842 p. 333—336. — Die Länge der Lichtwelle des Aethers und die Geschwindigkeit der Schwingungen bestimmen den Charakter der Farbenstrahlen. Zum Violett, dem am meisten refrangibeln Strahle, gehören 662; zum Roth, dem am wenigsten refrangiblen Strahle, (bei größter Wellenlänge) nur 451 Billionen Schwingungen in der Secunde.

55 (S. 59.) „J'ai prouvé, il y a bien des années, par des observations directes, que les rayons des étoiles vers lesquelles la Terre marche, et les rayons des étoiles dont la Terre s'éloigne, se réfractent exactement de la même quantité. Un tel résultat ne peut se concilier *avec la théorie de l'émission* qu'à laide d'une addition importante à faire à cette théorie: il faut admettre que les corps lumineux émettent des rayons de toutes les vitesses, et que les seuls rayons d'une vitesse déterminée sont visibles, qu'eux seuls produisent dans l'oeil la sensation de lumière. Dans la théorie de l'émmission, le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le *violet solaires* sont respectivement accompagnés de rayons pareils, mais *obscurs par défaut* ou par excès de vitesse. A plus de vitesse correspond *une moindre* réfraction, comme moins de vitesse entraîne une

réfraction plus grande. Ainsi chaque rayon rouge visible est accompagné de rayons obscurs de la même nature, qui se réfractent les uns plus, les autres moins que lui: ainsi *il existe des rayons dans les stries noires* de la portion rouge du spectre; la même chose doit être admise des stries situées dans les portions jaunes, vertes, bleues et violettes." Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVI. 1843 p. 404. (Vergl. auch T. VIII. 1839 p. 326 und Poisson, traité de Mécanique 2de éd. 1833 T. I. § 168.) Nach den Ansichten der Undulations-Theorie senden die Gestirne Wellen von unendlich verschiedenen transversalen Oscillations-Geschwindigkeiten aus.

56 (S. 60.) Wheatstone in den Philos. Transact. of the Royal Soc. for 1834 p. 589 und 591. Aus den in dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen scheint zu folgen, daß das menschliche Auge fähig ist Lichterscheinungen zu empfinden (p. 591), „deren Dauer auf ein Millionen-Theilchen einer Secunde eingeschränkt ist". Ueber die im Texte erwähnte Hypothese, nach welcher das Sonnenlicht unserem Polarlicht analog ist, s. Sir John Herschel, results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 p. 351. Der scharfsinnigen Anwendung eines durch Breguet vervollkommneten Wheatstonischen Drehungs-Apparats, um zwischen der Emissions- und Undulations-Theorie zu entscheiden: da nach der ersteren das Licht schneller, nach der zweiten langsamer durch Wasser als durch Luft geht, hat Arago schon in den Comptes rendus T. VII. 1838 p. 956 erwähnt. (Vergl. Comptes rendus T. XXX. 1850 p. 489—495 und 556.)

57 (S. 61.) Steinheil in Schumacher's astr. Nachr. No. 679 (1849) S. 97—100; Walker in den Proceedings of the American Philosophical Society Vol. V. p. 128. (Vergl. ältere Vorschläge von Pouillet in den Comptes rendus T. XIX. p. 1386.) Noch neuere sinnreiche Versuche von Mitchel, Director der Sternwarte von Cincinnati (Gould's Astron. Journ. dec. 1849 p. 3: on the velocity of the electr. wave), und von Fizeau und Gounelle zu Paris (April 1850) entfernen sich zugleich von Wheatstone's und Walker's Resultaten. Auffallende Unterschiede von Leitung durch Eisen und Kupfer zeigen die Versuche in den Comptes rendus T. XXX. 1850 p. 439.

58 (S. 61.) S. Poggendorff in seinen Annalen Bd. LXXIII. 1848 S. 337 und Pouillet in Compt. rendus T. XXX. p. 501.

59 (S. 61.) Rieß in Poggend. Ann. Bd. 78. S. 433. — Ueber die Nichtleitung des zwischenliegenden Erdreichs s. die wichtigen Versuche von Guillemin sur le courant dans une pile isolée et sans communication entre les pôles in den Compt. rendus T. XXIX. 1849 p. 521. „Quand on remplace un fil par la terre dans les télégraphes électriques, la terre est plutôt de réservoir commun que de moyen d'union entre les deux extrémités du fil."

60 (S. 61.) Mädler, Astr. S. 380. Laplace nach Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 T. I. p. 72: „Selon la théorie

Herſchel, Astr. Observ. at the Cape of Good Hope p. 327, 340 und 365.

71 (S. 65.) A. a. O. p. 304 und outl. p. 522.

72 (S. 65.) Philos. Transact. Vol. LVII. for the year 1767 p. 234.

73 (S. 65.) Wollaſton in den Philos. Transact. for 1829 p. 27, Herſchel's outlines p. 558. Wollaſton's Vergleichung des Sonnen- und Mondlichts iſt von 1799 und auf Schatten von Kerzenlicht gegründet, während daß in den Verſuchen mit Sirius 1826 und 1827 von einer Glaskugel reflectirte Bilder angewandt wurden. Die früheren Angaben der Intenſität der Sonne in Verhältniß zum Monde weichen ſehr von dem hier gegebenen Reſultate ab. Sie waren bei Michell und Euler aus theoretiſchen Gründen 450000 und 374000, bei Bouguer nach Meſſungen von Schatten der Kerzenlichte gar nur 300000. Lambert will, daß Venus in ihrer größten Lichtſtärke 3000mal ſchwächer als der Vollmond ſei. Nach Steinheil müßte die Sonne 3286500mal weiter entfernt werden, als ſie es jetzt iſt, um dem Erdbewohner wie Arctur zu erſcheinen (Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae p. CLXIII); und Arctur hat nach John Herſchel für uns nur die halbe Lichtſtärke von Canopus (Herſchel, Observ. at the Cape p. 34). Alle dieſe Intenſitäts-Verhältniſſe: beſonders die wichtige Vergleichung der Lichtſtärke von Sonne, Vollmond und dem nach Stellung zur reflectirenden Erde ſo verſchiedenen, aſchfarbigen Lichte unſeres Trabanten; verdienen eine endliche, viel ernſtere Unterſuchung.

74 (S. 65.) Outlines of Astronomie p. 553, Astronomical Observ. at the Cape of Good Hope p. 368.

75 (S. 66.) William Herſchel, on the Nature of the Sun and Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1795 p. 62 und on the changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186. Vergl. auch Sir John Herſchel, Observ. at the Cape p. 350—352.

76 (S. 66.) Extrait d'une Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt (mai 1850).

a) Mesures photométriques.

„Il n'existe pas de Photomètre proprement dit, c'est-à-dire d'instrument donnant l'intensité d'une lumière isolée; le Photomètre de Leslie, à l'aide duquel il avait eu l'audace de vouloir comparer la lumière de la lune à la lumière du soleil, par des actions calorifiques, est complètement défectueux. J'ai prouvé, en effet, que ce prétendu Photomètre monte quand on l'expose à la lumière du soleil, qu'il descend sous l'action de la lumière du feu ordinaire, et qu'il reste complètement stationnaire lorsqu'il reçoit la lumière d'une lampe d'Argand. Tout ce qu'on a pu faire jusqu'ici, c'est de comparer entr'elles deux lumières en présence, et cette comparaison n'est même à l'abri de toute objection *que lorsqu*'on ramène ces deux lumières à l'égalité par un affaiblisse-

ment graduel de la lumière la plus forte. C'est comme criterium de cette égalité que j'ai employé les anneaux colorés. Si on place l'une sur l'autre deux lentilles d'un long foyer, il se forme autour de leur point de contact des anneaux colorés tant par voie de réflexion que par voie de transmission. Les anneaux réfléchis sont complémentaires en couleurs des anneaux transmis; ces deux séries d'anneaux se neutralisent mutuellement quand les deux lumières qui les forment et qui arrivent simultanément sur les deux lentilles, sont égales entr'elles."

„Dans le cas contraire on voit des traces ou d'anneaux réfléchis ou d'anneaux transmis, suivant que la lumière qui forme les premiers, est plus forte ou plus faible que la lumière à laquelle on doit les seconds. C'est dans ce sens seulement que les anneaux colorés jouent un rôle dans les mesures de la lumière auxquelles je me suis livré."

b) Cyanomètre.

„Mon cyanomètre est une extension de mon polariscope. Ce dernier instrument, comme tu sais, se compose d'un tube fermé à l'une de ses extrémités par une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, de 5 millimètres d'épaisseur; et d'un prisme doué de la double réfraction, placé du côté de l'oeil. Parmi les couleurs variées que donne cet appareil, lorsque de la lumière polarisée le traverse, et qu'on fait tourner le prisme sur lui-même, se trouve par un heureux hasard la nuance du bleu de ciel. Cette couleur bleue fort affaiblie, c'est-à-dire très mélangée de blanc lorsque la lumière est presque neutre, augmente d'intensité — progressivement à mesure que les rayons qui pénètrent dans l'instrument, renferment une plus grande proportion de rayons polarisés."

„Supposons donc que le polariscope soit dirigé sur une feuille de papier blanc; qu'entre cette feuille et la lame de cristal de roche il existe une pile de plaques de verre susceptible de changer d'inclinaison, ce qui rendra la lumière éclairante du papier plus ou moins polarisée; la couleur bleue fournie par l'instrument va en augmentant avec l'inclinaison de la pile, et l'on s'arrête lorsque cette couleur paraît la même que celle de la région de l'atmosphère dont on veut déterminer la teinte cyanométrique, et qu'on regarde à l'oeil nu immédiatement à côté de l'instrument. La mesure de cette teinte est donnée par l'inclinaison de la pile. Si cette dernière partie de l'instrument se compose du même nombre de plaques et d'une même espèce de verre, les observations faites dans divers lieux seront parfaitement comparables entr'elles."

77 (S. 66.) Argelander de fide Uranometriae Bayeri 1842 p. 14—23. „In eadem classe littera prior majorem splendorem nullo modo indicat" (§ 9). Durch Bayer iſt demnach gar nicht erwieſen, daß Caſtor 1603 lichtſtärker geweſen ſei als Pollux.

Photometrische Reihung der Fixsterne.

Ich beschließe diesen zweiten Abschnitt mit einer Tafel, welche den outlines of Astronomy von Sir John Herschel pag. 645 und 646 entnommen ist. Ich verdanke die Zusammenstellung und lichtvolle Erläuterung derselben meinem gelehrten Freunde, Herrn Dr. Galle, und lasse einen Auszug seines an mich gerichteten Briefes (März 1850) hier folgen:

„Die Zahlen der photometric scale in den outlines of Astronomy sind Rechnungs-Resultate aus der vulgar scale, mittelst durchgängiger Addition von 0,41 erhalten. Zu diesen genaueren Größen-Bestimmungen der Sterne ist der Verf. durch beobachtete Reihenfolgen (sequences) ihrer Helligkeit und Verbindung dieser Beobachtungen mit den durchschnittlichen gewöhnlichen Größen-Angaben gelangt (Capreise p. 304—352), wobei insbesondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grunde gelegt sind (p. 305). Die eigentlichen photometrischen Messungen mehrerer Sterne mittelst des Astrometers (Capreise p. 353 flgd.) sind bei dieser Tafel nicht unmittelbar benutzt: sondern haben nur im allgemeinen gedient, um zu sehen, wie die gewöhnliche Scale (1, 2, 3te ... Größe) sich zu den wirklichen Licht-Quantitäten der einzelnen Sterne verhält. Dabei hat sich denn das allerdings merkwürdige Resultat gefunden, daß unsere gewöhnlichen Sterngrößen (1, 2, 3 ...) ungefähr so abnehmen, wie wenn man einen Stern erster Größe nach und nach in die Entfernungen 1, 2, 3 ... brächte: wodurch seine Helligkeit nach photometrischem Gesetz die Werthe 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$ ... erlangen würde (Capreise p. 371, 372; outlines p. 521, 522); um aber die Uebereinstimmung noch größer zu machen, sind unsere bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen: so daß ein Stern 2,00ter Größe künftig 2,41ter Größe genannt wird, ein Stern 2,5ter Größe künftig 2,91ter Größe u. s. w. Sir John Herschel schlägt daher diese „photometrische" (erhöhte) Scale zur Annahme vor (Capreise p. 372, outl. p. 522): welchem Vorschlage man wohl nur beistimmen kann. Denn einestheils ist der Unterschied von der gewöhnlichen Scale kaum merklich (would hardly be felt, Capreise p. 372); anderntheils kann die Tafel outlines p. 645 flgd. bis zur vierten Größe hinab als Grundlage bereits dienen; und die Größen-Bestimmung der Sterne nach dieser Regel — daß nämlich die Helligkeiten der Sterne 1, 2, 3, 4ter ... Größe sich genau wie 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$ ... verhalten sollen: was sie näherungsweise schon jetzt thun — ist demnach zum Theil bereits ausführbar. Als Normalsternen erster Größe für die photometric scale und als Einheit der Lichtmenge

wendet Sir John Herschel α Centauri an (outl. p. 523, Capreise p. 372). Wenn man demnach die photometrische Größe eines Sterns quadrirt, hat man das umgekehrte Verhältniß seiner Lichtmenge zu der von α Centauri. So z. B. hat ϰ Orionis die photometrische Größe 3, enthält daher $^1/_9$ so viel Licht als α Centauri. Zugleich würde die Zahl 3 anzeigen, daß ϰ Orionis 3mal weiter von uns entfernt ist, als α Centauri, wenn beide Sterne gleich große und gleich helle Körper sind. Bei der Wahl eines anderen Sterns, z. B. des 4fach helleren Sirius, als Einheit der die Entfernungen andeutenden photometrischen Größen würde sich die erwähnte Gesetzmäßigkeit nicht so einfach erkennen lassen. Auch ist es nicht ohne Interesse, daß von α Centauri die Entfernung mit Wahrscheinlichkeit bekannt und daß dieselbe von den bis jetzt untersuchten die kleinste ist. — Die mindere Zweckmäßigkeit anderer Scalen als der photometrischen (welche nach den Quadraten fortschreitet: $1, {}^1/_4, {}^1/_9, {}^1/_{16} \ldots$) behandelt der Verfasser in den outlines p. 521. Er erwähnt daselbst geometrische Progressionen: z. B. $1, {}^1/_2, {}^1/_4, {}^1/_8 \ldots$ oder $1, {}^1/_3, {}^1/_9, {}^1/_{27} \ldots$ Nach Art einer arithmetischen Progression schreiten die von Ihnen in den Beobachtungen unter dem Aequator während Ihrer amerikanischen Expedition gewählten Abstufungen fort (Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. LXXI und Schumacher, astron. Nachr. No. 374.) Alle diese Scalen schließen sich der vulgar scale weniger an als die photometrische (quadratische) Progression — In der beigefügten Tafel sind die 190 Sterne der outlines, ohne Rücksicht auf südliche oder nördliche Declination, nur nach den Größen geordnet."

Verzeichniß von 190 Sternen erster bis dritter Größe, nach den Bestimmungen von Sir John Herschel geordnet, und mit genauerer Angabe sowohl der gewöhnlichen Größe als der von demselben vorgeschlagenen Eintheilung nach photometrischer Größe.

Sterne erster Größe.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
Sirius	0,08	0,49	α Orionis	1,0:	1,43
η Argus (Var.)	—	—	α Eridani	1,09	1,50
Canopus	0,29	0,70	Aldebaran	1,1:	1,5:
α Centauri	0,59	1,00	β Centauri	1,17	1,58
Arcturus	0,77	1,18	α Crucis	1,2	1,6
Rigel	0,82	1,23	Antares	1,2	1,6
Capella	1,0:	1,4:	α Aquilae	1,28	1,69
α Lyrae	1,0:	1,4:	Spica	1,38	1,79
Procyon	1,0:	1,4:			

Sterne zweiter Größe

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
Fomalhaut	1,54	1,95	α Triang. austr.	2,23	2,64
β Crucis	1,57	1,98	ε Sagittarii	2,26	2,67
Pollux	1,6:	2,0:	β Tauri	2,28	2,69
Regulus	1,6:	2,0:	Polaris	2,28	2,69
α Gruis	1,66	2,07	ϑ Scorpii	2,29	2,70
γ Crucis	1,73	2,14	α Hydrae	2,30	2,71
ε Orionis	1,84	2,25	δ Canis	2,32	2,73
ε Canis	1,86	2,27	α Pavonis	2,33	2,74
λ Scorpii	1,87	2,28	γ Leonis	2,34	2,75
α Cygni	1,90	2,31	β Gruis	2,36	2,77
Castor	1,94	2,35	α Arietis	2,40	2,81
ε Ursae (Var.)	1,95	2,36	σ Sagittarii	2,41	2,82
α Ursae (Var.)	1,96	2,37	δ Argus	2,42	2,83
ζ Orionis	2,01	2,42	ζ Ursae	2,43	2,84
β Argus	2,03	2,44	β Andromedae	2,45	2,86
α Persei	2,07	2,48	β Ceti	2,46	2,87
γ Argus	2,08	2,49	λ Argus	2,46	2,87
ε Argus	2,18	2,59	β Aurigae	2,48	2,89
η Ursae (Var.)	2,18	2,59	γ Andromedae	2,50	2,91
γ Orionis	2,18	2,59			

Sterne dritter Größe

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
γ Cassiopeiae	2,52	2,93	α Ophiuchi	2,63	3,04
α Andromedae	2,54	2,95	β Cassiopeiae	2,63	3,04
ϑ Centauri	2,54	2,95	γ Cygni	2,63	3,04
α Cassiopeiae	2,57	2,98	α Pegasi	2,65	3,06
β Canis	2,58	2,99	β Pegasi	2,65	3,06
κ Orionis	2,59	3,00	γ Centauri	2,68	3,09
γ Geminorum	2,59	3,00	α Coronae	2,69	3,10
δ Orionis	2,61	3,02	γ Ursae	2,71	3,12
Algol (Var.)	2,62	3,03	ε Scorpii	2,71	3,12
ε Pegasi	2,62	3,03	ζ Argus	2,72	3,13
γ *Draconis*	2,62	3,03	β Ursae	2,77	3,18
β *Leonis*	2,63	3,04	α Phoenicis	2,78	3,19

Sterne dritter Größe.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
us	2,80	3,21	λ Sagittarii	3,13	3,54
tis	2,80	3,21	β Lupi	3,14	3,55
i	2,82	3,23	ε Virginis?	3,14	3,55
tauri	2,82	3,23	α Columbae	3,15	3,56
is	2,85	3,26	ϑ Aurigae	3,17	3,58
arii	2,85	3,26	β Herculis	3,18	3,59
rpii	2,86	3,27	ι Centauri	3,20	3,61
ni	2,88	3,29	δ Capricorni	3,20	3,61
iuchi	2,89	3,30	δ Corvi	3,22	3,63
vi	2,90	3,31	α Can. ven.	3,22	3,63
hei	2,90	3,31	β Ophiuchi	3,23	3,64
tauri	2,91	3,32	δ Cygni	3,24	3,65
entis	2,92	3,33	ε Persei	3,26	3,67
nis	2,94	3,35	η Tauri?	3,26	3,67
us	2,94	3,35	β Eridani	3,26	3,67
vi	2,95	3,36	ϑ Argus	3,26	3,67
rpii	2,96	3,37	β Hydri	3,27	3,68
tauri	2,96	3,37	ξ Persei	3,27	3,68
iuchi	2,97	3,38	ζ Herculis	3,28	3,69
arii	2,97	3,38	ε Corvi	3,28	3,69
us	2,98	3,39	ι Aurigae	3,29	3,70
ilae	2,98	3,39	γ Urs. min.	3,30	3,71
siopeiae	2,99	3,40	η Pegasi	3,31	3,72
tauri	2,99	3,40	β Arae	3,31	3,72
oris	3,00	3,41	α Toucani	3,32	3,73
iuchi	3,00	3,41	β Capricorni	3,32	3,73
ittarii	3,01	3,42	ϱ Argus	3,32	3,73
tis	3,01	3,42	ζ Aquilae	3,32	3,73
conis	3,02	3,43	β Cygni	3,33	3,74
iuchi	3,05	3,46	γ Persei	3,34	3,75
conis	3,06	3,47	μ Ursae	3,35	3,76
rae	3,07	3,48	β Triang. bor.	3,35	3,76
ginis	3,08	3,49	π Scorpii	3,35	3,76
us	3,08	3,49	β Leporis	3,35	3,76
etis	3,09	3,50	γ Lupi	3,36	3,77
asi	3,11	3,52	δ Persei	3,36	3,77
ittarii	*3,11*	*3,52*	ψ Ursae	3,36	3,77
rae	*3,12*	*3,53*	ε Aurigae (Var.)	3,37	3,78

Sterne dritter Größe.					
Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
υ Scorpii	3,37	3,78	δ Geminorum	3,44	3,85
ι Orionis	3,37	3,78	q Orionis	3,45	3,86
γ Lyncis	3,39	3,80	β Cephei	3,45	3,86
ζ Draconis	3,40	3,81	ϑ Ursae	3,45	3,86
α Arae	3,40	3,81	ζ Hydrae	3,45	3,86
π Sagittarii	3,40	3,81	γ Hydrae	3,46	3,87
π Herculis	3,41	3,82	β Triang. austr.	3,46	3,87
β Can. min.?	3,41	3,82	ι Ursae	3,46	3,87
ζ Tauri	3,42	3,83	η Aurigae	3,46	3,87
δ Draconis	3,42	3,83	γ Lyrae	3,47	3,88
μ Geminorum	3,42	3,83	η Geminorum	3,48	3,89
γ Bootis	3,43	3,84	γ Cephei	3,48	3,89
ε Geminorum	3,43	3,84	$\varkappa$ Ursae	3,49	3,90
α Muscae	3,43	3,84	ε Cassiopeiae	3,49	3,90
α Hydri?	3,44	3,85	ϑ Aquilae	3,50	3,91
τ Scorpii	3,44	3,85	σ Scorpii	3,50	3,91
ϑ Herculis	3,44	3,85	τ Argus	3,50	3,91

„Noch könnte auch folgende kleine Tafel der Lichtmenge von 17 Sternen erster Größe (wie solche aus den photometrischen Größen folgt) von einigem Interesse sein:

	Sirius	4,165
η	Argus	—
	Canopus	2,041
α	Centauri	1,000
	Arcturus	0,718
	Rigel	0,661
	Capella	0,510
α	Lyrae	0,510
	Procyon	0,510
α	Orionis	0,489
α	Eridani	0,444
	Aldebaran	0,444
β	Centauri	0,401
α	Crucis	0,391
	Antares	0,391
α	Aquilae	0,350
	Spica	0,312

so wie die Lichtmenge derjenigen Sterne, die genau erster, zweiter, ... sechster Größe sind:

Größe nach der gew. Scale	Lichtmenge
1,00	0,500
2,00	0,172
3,00	0,086
4,00	0,051
5,00	0,034
6,00	0,024

wobei die Lichtmenge von α Centauri durchgängig die Einheit bildet."

III.

Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. — Sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt.

Es ist schon in dem ersten Abschnitt dieser fragmentarischen Astrognosie an eine zuerst von Olbers angeregte Betrachtung[1] erinnert worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe mit hinter einander liegenden, zahllosen Sternschichten, wie mit einem allverbreiteten Sternteppich, bedeckt wäre; so würde bei ungeschwächtem Lichte im Durchgange durch den Weltraum die Sonne nur durch ihre Flecke, der Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein einzelnes Sternbild der allgemeinen Helligkeit wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht auf die Ursach der Erscheinung ganz entgegengesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich nachtheiligen Zustand des Himmelsgewölbes bin ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene zwischen der Südsee-Küste und der Andeskette lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel bedeckt dort mehrere Monate lang das Firmament. Man nennt diese Jahreszeit el tiempo de la garua. Kein Planet, keiner der schönsten Sterne der südlichen Hemisphäre: nicht Canopus oder das Kreuz oder die Füße des Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum den Ort des Mondes. Ist zufällig bei Tage einmal der Umriß der Sonnenscheibe zu erkennen, so erscheint dieselbe strahlenlos wie durch gefärbte Blendgläser gesehen: gewöhnlich gelbroth, bisweilen weiß, am seltensten blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Südströmungen des Meeres getrieben, verkennt dann die Küste: und segelt, aller Breiten-Beobachtungen entbehrend, bei den Häfen vorüber, in welche er einlaufen soll. Eine Inclinations-Nadel allein[2] könnte ihn, bei der dortigen Richtung der magnetischen Curven, vor Irrthum bewahren: wie ich an einem anderen Orte gezeigt habe.

Bouguer und sein Mitarbeiter Don Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's unastronomischen Himmel" Klage geführt. Eine ernstere Betrachtung knüpft sich noch an diese lichtraubende, jeder electrischen Entladung unfähige, blitz- und donnerlose Dunstschicht an, über welche frei und unbewölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und *schneebedeckten Gipfel* erheben. Nach dem, was uns die neuere Geo*logie über die alte Geschichte* unseres Luftkreises vermuthen läßt,

muß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günstig gewesen sein. Wenn man nun der vielfachen Processe gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Festen, des Flüssigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben; so kann man sich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menschheit der Gefahr gewesen ist, von einer undurchsichtigeren, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sternendecke verhüllenden Atmosphäre umgeben zu sein. Alle Kenntniß des Weltbaues wäre dann dem Forschungsgeiste entzogen geblieben. Außer uns schiene nichts Geschaffenes vorhanden zu sein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein isolirtes Dreigestirn, würden scheinbar Sonne, Mond und Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils seiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Lösung wichtiger Probleme seit Jahrhunderten unablässig geleitet und einen so wohlthätigen Einfluß auf die glänzendsten Fortschritte in den höheren Kreisen mathematischer Gedankenentwickelung ausgeübt haben. Ehe zur *Aufzählung* dessen übergegangen wird, was bereits errungen worden ist; gedenkt man gern der Gefahr, der die geistige Ausbildung unseres Geschlechts entgangen ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unabwendbar hätten beschränken können.

In der Betrachtung der *Zahl* der Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, sind drei Fragen zu unterscheiden: wie viel Fixsterne werden mit bloßen Augen gesehen? wie viele von diesen sind allmälig mit ihren Ortsbestimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung) in Verzeichnisse gebracht? welches ist die Zahl der Sterne von erster bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel gesehen werden? Diese drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigstens annäherungsweise beantwortet werden. Anderer Art sind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchstraße gegründet, die theoretische Lösung der Frage berühren: wie viele Sterne würden durch Herschel's 20füßiges Teleskop am ganzen Himmel unterschieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt[3], „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen".

Die numerischen Angaben, welche ich über diesen Gegenstand hier veröffentliche, gehören besonders in den Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen Himmels" aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sterncataloge von neuem aufmerksam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Classe bei organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen *mancherlei* Ungewißheit, weil Sterne 6. Ver-

III.

Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. — Sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt.

Es ist schon in dem ersten Abschnitt dieser fragmentarischen Astrognosie an eine zuerst von Olbers angeregte Betrachtung[1] erinnert worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe mit hinter einander liegenden, zahllosen Sternschichten, wie mit einem allverbreiteten Sternteppich, bedeckt wäre; so würde bei ungeschwächtem Lichte im Durchgange durch den Weltraum die Sonne nur durch ihre Flecke, der Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein einzelnes Sternbild der allgemeinen Helligkeit wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht auf die Ursach der Erscheinung ganz entgegengesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich nachtheiligen Zustand des Himmelsgewölbes bin ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene zwischen der Südsee-Küste und der Andeskette lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel bedeckt dort mehrere Monate lang das Firmament. Man nennt diese Jahreszeit el tiempo de la garua. Kein Planet, keiner der schönsten Sterne der südlichen Hemisphäre: nicht Canopus oder das Kreuz oder die Füße des Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum den Ort des Mondes. Ist zufällig bei Tage einmal der Umriß der Sonnenscheibe zu erkennen, so erscheint dieselbe strahlenlos wie durch gefärbte Blendgläser gesehen: gewöhnlich gelbroth, bisweilen weiß, am seltensten blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Südströmungen des Meeres getrieben, verkennt dann die Küste: und segelt, aller Breiten-Beobachtungen entbehrend, bei den Häfen vorüber, in welche er einlaufen soll. Eine Inclinations-Nadel allein[2] könnte ihn, bei der dortigen Richtung der magnetischen Curven, vor Irrthum bewahren: wie ich an einem anderen Orte gezeigt habe.

Bouguer und sein Mitarbeiter Don Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's unastronomischen Himmel" Klage geführt. Eine ernstere Betrachtung knüpft sich noch an diese lichtraubende, jeder electrischen Entladung unfähige, blitz- und donnerlose Dunstschicht an, *über welche frei* und unbewölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und *schneebedeckten Gipfel* erheben. Nach dem, was uns die neuere Geo*logie über die alte Geschichte* unseres Luftkreises vermuthen läßt,

muß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günstig gewesen sein. Wenn man nun der vielfachen Processe gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Festen, des Flüssigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben; so kann man sich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menschheit der Gefahr gewesen ist, von einer undurchsichtigeren, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sternendecke verhüllenden Atmosphäre umgeben zu sein. Alle Kenntniß des Weltbaues wäre dann dem Forschungsgeiste entzogen geblieben. Außer uns schiene nichts Geschaffenes vorhanden zu sein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein isolirtes Dreigestirn, würden scheinbar Sonne, Mond und Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils seiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Lösung wichtiger Probleme seit Jahrhunderten unablässig geleitet und einen so wohlthätigen Einfluß auf die glänzendsten Fortschritte in den höheren Kreisen mathematischer Gedankenentwickelung ausgeübt haben. Ehe zur *Aufzählung* dessen übergegangen wird, was bereits errungen worden ist: gedenkt man gern der Gefahr, der die geistige Ausbildung unseres Geschlechts entgangen ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unabwendbar hätten beschränken können.

In der Betrachtung der *Zahl* der Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, sind drei Fragen zu unterscheiden: wie viel Fixsterne werden mit bloßen Augen gesehen? wie viele von diesen sind allmälig mit ihren Ortsbestimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung) in Verzeichnisse gebracht? welches ist die Zahl der Sterne von erster bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel gesehen werden? Diese drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigstens annäherungsweise beantwortet werden. Anderer Art sind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchstraße gegründet, die theoretische Lösung der Frage berühren: wie viele Sterne würden durch Herschel's 20füßiges Teleskop am ganzen Himmel unterschieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt[3], „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen".

Die numerischen Angaben, welche ich über diesen Gegenstand hier veröffentliche, gehören besonders in den Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen Himmels" aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sterncataloge von neuem aufmerksam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Classe bei organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen *mancherlei* Ungewißheit, weil Sterne 6. Ner-

Größe sich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl erhält man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel sichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixsterne nach Verschiedenheit der Größen bestimmt Argelander[4], bis zur 9ten Größe hinabsteigend, ohngefähr in folgendem Verhältniß:

1te Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.
20	65	190	425	1100

6te Gr.	7te Gr.	8te Gr.	9te Gr.
3200	13000	40000	142000.

Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering.[5] Wenn man den mittleren Mond-Halbmesser zu 15′ 33″,5 annimmt, so bedecken 195291 Vollmond-Flächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Vertheilung und der runden Zahl von 200000 Sternen aus den Classen 1ter bis 9ter Größe findet man demnach ohngefähr einen dieser Sterne für eine Vollmond-Fläche. Eben dieses Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Wollte man die Vorausberechnung der Sternbedeckungen bis zur 9ten Größe ausdehnen, so würde durchschnittlich nach Galle alle 44′ 30″ eine Sternbedeckung eintreffen; denn in dieser Zeit bestreicht der Mond jedesmal eine neue Fläche am Himmel, die seiner eigenen Fläche gleich ist. Sonderbar, daß Plinius: der gewiß Hipparch's Sternverzeichniß kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte", an dem schönen italischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählte![6] Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen fünfter Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolemäus nur 1025 Sterne bis zu der 6ten Classe verzeichnete.

Seitdem man die Fixsterne nicht mehr bloß nach den Sternbildern aufzählte, denen sie angehörten: sondern sie nach ihren Beziehungen auf die großen Kreise des Aequators oder der Ekliptik, also nach Ortsbestimmungen, in Verzeichnisse eingetragen hat, ist der Zuwachs dieser Verzeichnisse wie ihre Genauigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft und der Vervollkommnung der Instrumente abhängig gewesen. Von Timocharis und Aristyllus (283 vor Chr.) ist kein Sterncatalog auf uns gekommen; aber wenn sie auch, wie Hipparch in seinem, im siebenten Buche des Almageſt (cap. 3 pag. 15 Halma) citirten Fragmente „über die Jahreslänge" sich ausdrückt, ihre Beobachtungen sehr roh (πάνυ ὀλοσχερῶς) anstellten: so kann doch kein Zweifel sein, daß beide die Abweichung vieler Sterne bestimmten und daß diese Bestimmungen der Fixstern-Tafel Hipparch's um fast andert-

ahrhunderte vorhergingen. Hipparch soll bekanntlich (wir haben
ür diese Thatsache das alleinige Zeugniß des Plinius) durch die
nung eines neuen Sternes zu Ortsbestimmungen und Durch-
ung des ganzen Firmaments angeregt worden sein. Ein solches
iß ist mehrmals für den Nachhall einer spät erdichteten Sage
7 worden. Es muß allerdings auffallen, daß Ptolemäus der-
gar nicht erwähnt; aber unläugbar ist es doch, daß die plötz-
Erscheinung eines hellleuchtenden Sternes in der Cassiopeja
nber 1572) Tycho zu seiner großen Catalogisirung der Sterne
aßte. Nach einer scharfsinnigen Vermuthung von Sir John
l[8] könnte ein 134 Jahre vor unserer Zeitrechnung im Monat
(laut den chinesischen Annalen unter der Regierung von Wou-ti
er Han-Dynastie) im Scorpion erschienener neuer Stern wohl
n, dessen Plinius erwähnt hat. Seine Erscheinung fällt gerade
e vor die Epoche, zu der (nach Ideler's Untersuchungen) Hipparch
ternverzeichniß anfertigte. Der den Wissenschaften so früh ent-
Eduard Biot hat diese Himmelsbegebenheit in der berühmten
lung des Ma-tuan-lin aufgefunden, welche alle Erscheinungen der
en und sonderbaren Sterne zwischen den Jahren 613 vor Chr.
222 nach Chr. enthält.
as dreitheilige Lehrgedicht des Aratus[9]: dem wir die einzige
des Hipparch verdanken, welche auf uns gekommen ist, fällt
ihr in die Zeit des Eratosthenes, des Timocharis und Aristyllus.
stronomische, nicht meteorologische Theil des Gedichts gründet
f die Himmelsbeschreibung des cnidischen Eudoxus. Die Stern-
s Hipparch selbst ist uns leider nicht erhalten; sie machte nach
10 wahrscheinlich den wesentlichsten Bestandtheil seines von
s citirten Werkes über die Anordnung des Fixstern-
els und die Gestirne aus, und enthielt 1080 Positionen
s Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung. In Hipparch's Com-
zum Aratus sind alle Positionen, wahrscheinlich mehr durch
uatorial-Armille als durch das Astrolabium bestimmt, auf den
tor nach Rectascension und Abweichung bezogen; in dem
erzeichniß des Ptolemäus, das man ganz dem Hipparchus
ildet glaubt und das mit 5 sogenannten Nebeln 1025 Sterne
, sind sie an die Ekliptik[11] nach Angaben von Längen und
en geknüpft. Wenn man die Zahl der Fixsterne des Hipparch-
äischen Verzeichnisses (Almagest ed. Halma T. II. p. 83):

	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.	6te Gr.
	45	208	474	217	49

n oben gegebenen Zahlen von Argelander vergleicht, so zeigt
eben der zu erwartenden Vernachlässigung von Sternen hier
ter Größe *ein sonderbarer* Reichthum in den Classen 3ter und
Die Unbestimmtheit in den Schätzungen der Lichtstärke in älterer

577701

Ringe, welche die mehrfach getheilte Galaxis bilden. Die Kenntniß von der Zahl und gegenseitigen Lage der schwächsten Sterne erleichtert, wie Galle's schnelle und glückliche Auffindung des Neptun und die mehrerer der sogenannten kleinen Planeten bezeugen, die Entdeckung der planetarischen, ihren Ort wie zwischen festen Ufern verändernden Weltkörper. Ein anderer Umstand läßt noch deutlicher die Wichtigkeit sehr vollständiger Sternverzeichnisse erkennen. Ist der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, so beschleunigt seine zweite Entdeckung in einem älteren Positions-Catalog die schwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermißter, aber als einst beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langsamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der sorgfältigsten Messungen würden darbieten können. So sind für Uranus der Stern Nr. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern Nr. 26266 im Catalog von Lalande [18] von großer Wichtigkeit gewesen. Uranus ist, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben gesagt, von Tobias Mayer; 7mal von Flamsteed, 1mal von Bradley und 12mal von le Monnier. Man kann sagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetarischer Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8. 9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollständigkeit der Sternverzeichnisse und die Sorgfalt der Beobachter gegründet sei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den messenden Instrumenten verbinden lehrten, war der erste Sterncatalog, welcher erschien, der der südlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678; und enthielt, sonderbar genug, doch keine Bestimmung unter der 6ten Größe. [19] Früher hatte allerdings schon Flamsteed die Arbeit seines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieses berühmten Mannes erschien erst 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unserem Bessel durch seine Fundamenta Astronomiae (1818) gleichsam verherrlicht wurden; [20] die Sterncataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazzi, Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Massen [21] und einen wichtigen Theil dessen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Lalande bekannt ist, sich aber allein auf *Beobachtungen zwischen* den Jahren 1789 und 1800 von seinem Neffen *le Français de Lalande* und von Burckhardt gründet, hat spät erst

eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der sorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne: von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe sind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung von Bessel, welche 75000 Beobachtungen umfaßt (in den Jahren 1825 bis 1833 zwischen — 15° und + 45° Abweichung) ist mit rühmlichster Sorgfalt von Argelander 1841 bis 1844 zu Bonn bis + 80° Abw. fortgesetzt worden. Aus den Bessel'schen Zonen von — 15° bis + 15° Abw. hat auf Veranstaltung der Akademie zu St. Petersburg Weiße zu Krakau 31895 Sterne, unter denen allein 19738 von der 9ten Größe sind, auf das Jahr 1825 reducirt.[22] Argelander's „Durchmusterung des nördlichen Himmels von + 45° bis + 80° Abw." enthält an 22000 wohlbestimmte Sternörter.

Des großen Werks der Sternkarten der Berliner Akademie glaube ich nicht würdiger erwähnen zu können, als indem ich über die Veranlassung dieses Unternehmens aus der gehaltvollen Gedächtnißrede auf Bessel Encke's eigene Worte hier einschalte: „An die Vervollständigung der Cataloge knüpft sich die Hoffnung, alle beweglichen Himmelskörper, die wegen ihrer Lichtschwäche dem Auge kaum unmittelbar die Veränderung ihres Ortes merklich werden lassen, durch sorgfältige Vergleichung der als feste Punkte verzeichneten Sterne mit dem jedesmaligen Anblick des Himmels, aufzufinden und auf diesem Wege die Kenntniß unseres Sonnensystems zu vollenden. So wie der vortreffliche Hardingische Atlas ein vervollständigtes Bild des gestirnten Himmels ist; wie Lalande's Histoire céleste, als Grundlage betrachtet, dieses Bild zu geben vermochte: so entwarf Bessel 1824, nachdem der erste Hauptabschnitt seiner Zonen-Beobachtungen vollendet war, den Plan, auf diese eine noch speciellere Darstellung des gestirnten Himmels zu gründen: die nicht bloß das Beobachtete wiedergeben, sondern mit Consequenz die Vollständigkeit erreichen sollte, welche jede neue Erscheinung unmittelbar wahrnehmen lassen würde. Die Sternkarten der Berliner Akademie der Wissenschaften, nach Bessel's Plane entworfen, haben, wenn sie auch noch nicht den ersten vorgesetzten Cyclus abschließen konnten, doch schon den Zweck der Auffindung der neuen Planeten auf das glänzendste erreicht: da sie hauptsächlich, wenn auch nicht ganz allein, bis jetzt (1850) sieben neue Planeten haben auffinden lassen."[23] Von den 24 Blättern, welche den Theil des Himmels darstellen sollen, der sich 15° zu beiden Seiten des Aequators erstreckt, hat unsere Akademie bisher 16 herausgegeben. Sie enthalten möglichst alle Sterne bis zur *9ten und theilweise bis* zur 10ten Größe.

Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne

gewagt, welche mit den jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menschen sichtbar sein könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herschel'sche 20füßige Spiegeltelescop, das bei den berühmten Stern-Aichungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und südlich liegen, 5800000; für den ganzen Himmel 20374000 an. In einem noch mächtigeren Instrumente, in dem 40füßigen Spiegeltelescop, hielt Sir William Herschel in der Milchstraße allein 18 Millionen für sichtbar. [24]

Nach einer sorgfältigeren Betrachtung der nach Ortsbestimmung in Catalogen aufgeführten, sowohl dem unbewaffneten Auge sichtbaren als bloß telescopischen Fixsterne wenden wir uns nun zu der Vertheilung und Gruppirung derselben an der Himmelsdecke. Wir haben gesehen, wie bei der geringen und so überaus langsamen (scheinbaren und wirklichen) Ortsveränderung der einzelnen: theils durch die Präcession und den ungleichen Einfluß des Fortschreitens unseres Sonnensystems, theils durch die ihnen eigene Bewegung, sie als feste Marksteine im unermeßlichen Weltraum zu betrachten sind; als solche, welche alles zwischen ihnen mit größerer Schnelligkeit oder in anderen Richtungen Bewegte, also den telescopischen Cometen und Planeten Zugehörige, der aufmerksamen Beobachtung offenbaren. Das erste und Haupt-Interesse beim Anblick des Firmaments ist schon wegen der Vielheit und überwiegenden Masse der Weltkörper, die den Weltraum füllen, auf die Fixsterne gerichtet; von ihnen geht in Bewunderung des Firmaments die stärkere sinnliche Anregung aus. Die Bahn der Wandelsterne spricht mehr die grübelnde Vernunft an: der sie, den Entwickelungsgang astronomischer Gedankenverbindung beschleunigend, verwickelte Probleme darbietet.

Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe scheinbar, wie durch Zufall, vermengten großen und kleinen Gestirne sondern die rohesten Menschenstämme (wie mehrere jetzt sorgfältiger untersuchte Sprachen der sogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und fast überall dieselben Gruppen aus: in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch ihre gegenseitige Stellung oder eine gewisse Isolirtheit den Blick auf sich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahndung von einer Beziehung der Theile auf einander; sie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die: von Stamm zu Stamm verschieden, meist von organischen Erd-Erzeugnissen hergenommen, die öden, stillen Räume phantastisch beleben. So sind früh abgesondert worden das Siebengestirn (die Gluckhenne), die sieben Sterne des Großen Wagens (der Kleine Wagen später, und nur wegen der wiederholten Form), der Gürtel des Orion (Jacobsstab), Cassiopeja, der Schwan, der Scorpion, das südliche Kreuz (wegen

des auffallenden Wechsels der Richtung vor und nach der Culmination), die südliche Krone, die Füße des Centauren (gleichsam die Zwillinge des südlichen Himmels) u. s. f.

Wo Steppen, Grasfluren oder Sandwüsten einen weiten Horizont darbieten, wird der mit den Jahreszeiten oder den Bedürfnissen des Hirtenlebens und Feldbaues wechselnde Auf- und Untergang der Constellationen ein Gegenstand fleißiger Beachtung und allmälig auch symbolisirender Ideenverbindung. Die beschauende, nicht messende Astronomie fängt nun an sich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemeinschaftlichen, Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine eigene, weit langsamere, in entgegengesetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem Untergange am Abendhimmel stehen, sinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und verlieren sich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen sich von der Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. Bei dem stets wechselnden Schauspiel des gestirnten Himmels zeigen sich immer andere und andere Constellationen. Mit einiger Aufmerksamkeit wird leicht erkannt, daß es dieselben sind, welche zuvor im Westen unsichtbar geworden waren; daß ohngefähr nach einem halben Jahre diejenigen Sterne, welche sich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr gegenüber stehen: untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange. Von Hesiod bis Eudoxus, von Eudoxus bis Aratus und Hipparch ist die Litteratur der Hellenen voll Anspielungen auf das Verschwinden der Sterne in den Sonnenstrahlen (den heliacischen oder Spätuntergang) wie auf das Sichtbar-Werden in der Morgendämmerung (den heliacischen oder Frühaufgang). Die genaue Beobachtung dieser Erscheinungen bot die frühesten Elemente der Zeitkunde dar: Elemente, nüchtern in Zahlen ausgedrückt; während gleichzeitig die Mythologie, bei heiterer oder düsterer Stimmung des Volkssinnes, fortfuhr mit unumschränkter Willkür in den hohen Himmelsräumen zu walten.

Die primitive griechische Sphäre (ich folge hier wieder, wie in der Geschichte der physischen Weltanschauung[25], den Untersuchungen meines so früh dahingeschiedenen, geistreichen Freundes Letronne), die griechische Sphäre hat sich nach und nach mit Sternbildern gefüllt, ohne daß man sich dieselben anfangs in irgend einer Beziehung zu der Ekliptik dachte. So kennen schon Homer und Hesiodus verschiedene Sterngruppen und einzelne Sterne mit Namen bezeichnet: jener die Bärinn („die sonst der Himmelswagen genannt wird — und die allein niemals in Okeanos' Bad sich hinabtaucht"), den Bootes und den Hund des Orion; dieser den Sirius und den Arctur; *beide die Plejaden*, die Hyaden und den Orion.[26] *Wenn Homer zweimal sagt*, daß die Constellation der Bärinn allein

sich nie in das Meer taucht; so folgt daraus bloß, daß zu seiner Zeit noch nicht in der griechischen Sphäre die Sternbilder des Drachen, des Cepheus und des Kleinen Bären, welche auch nicht untergehen, vorhanden waren. Es wird keineswegs die Kenntniß von der Existenz der einzelnen Sterne, welche jene drei Catasterismen bilden, geläugnet; nur ihre Reihung in Bilder. Eine lange, oft mißverstandene Stelle des Strabo (lib. I pag. 3 Casaub.) über Homer Il. XVIII, 485—489 beweist vorzugsweise, was hier wichtig ist, die allmälige Aufnahme von Bildern in die griechische Sphäre. „Mit Unrecht", sagt Strabo, „beschuldigt man Homer der Unwissenheit, als habe er nur Eine Bärinn statt zweier gekannt. Vermuthlich war die andere noch nicht versternt; sondern erst seitdem die Phönicier dieses Sternbild bezeichneten und zur Seefahrt benutzten, kam es auch zu den Hellenen." Alle Scholien zum Homer, Hygin und Diogenes aus Laerte schreiben die Einführung dem Thales zu. Der Pseudo-Eratosthenes hat den Kleinen Bären Φοινίκη (gleichsam das phönicische Leitgestirn) genannt. Hundert Jahre später (Ol. 71) bereicherte Cleostratus von Tenedos die Sphäre mit dem Schützen: τοξότης, und dem Widder: κριός.

In diese Epoche erst, die der Gewaltherrschaft der Pisistratiden, fällt nach Letronne die Einführung des Thierkreises in die alte griechische Sphäre. Eudemus aus Rhodos, einer der ausgezeichnetsten Schüler des Stagiriten, Verfasser einer „Geschichte der Astronomie", schreibt die Einführung des Thierkreis-Gürtels (ἡ τοῦ ζωδιακοῦ διάζωσις, auch ζῳδίου κύκλος) dem Oenopides von Chios, einem Zeitgenossen des Anaxagoras, zu.[27] Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die Sonnenbahn, die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile (Dodecatomerie) sind alt-chaldäisch und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst und nicht aus dem Nilthale, am frühesten im Anfang des 5ten oder im 6ten Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung[28], überkommen. Die Griechen schnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre schon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächsten lagen und als Thierkreis-Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen (Dodecatomerie) eines Thierkreises, wäre der Thierkreis selbst mit seinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: so würden diese nicht ursprünglich sich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Scorpion zu zwei Abtheilungen angewandt; nicht Zodiacal-Bilder erfunden haben, deren einige: wie Stier, Löwe, Fische und Jungfrau, mit ihren Umrissen 35° bis 48°; andere: wie Krebs, Widder und Steinbock, nur *19° bis 23°* einnehmen; welche unbequem nördlich und südlich um *die Ekliptik schwanken*: bald weit getrennt; bald wie Stier und Widder, *Waffermann* und Steinbock, eng gedrängt und fast in einander ein-

greifend. Diese Verhältnisse bezeugen, daß man früher gebildete Catasterismen zu Zodiacal-Zeichen stempelte.

Das Zeichen der Wage wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparchs Zeiten, vielleicht durch ihn selbst, eingeführt. Eudoxus, Archimedes, Autolycus, und selbst Hipparch: in dem wenigen, was wir von ihm besitzen (eine einzige, wahrscheinlich von einem Copisten verfälschte Stelle[29] abgerechnet), erwähnen ihrer nie. Das neue Zeichen kommt erst bei Geminus und Varro, kaum ein halbes Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, vor; und da der Hang zur Astrologie bald mächtig in die römische Volkssitte einbrach, von August bis Antonin, so erhielten auch diejenigen Sternbilder, „die am himmlischen Sonnenwege lagen", eine erhöhte, phantastische Wichtigkeit. Der ersten Hälfte dieses Zeitraums römischer Weltherrschaft gehören die ägyptischen Thierkreis-Bilder in Dendera, Esne, dem Propylon von Panopolis und einiger Mumiendeckel an: wie Visconti und Testa schon zu einer Epoche behauptet haben, wo noch nicht alle Materialien für die Entscheidung der Frage gesammelt waren, und wilde Hypothesen herrschten über die Bedeutung jenes symbolischen Zodiacal-Zeichens und dessen Abhängigkeit von der Präcession der Nachtgleichen. Das hohe Alter, welches August Wilhelm von Schlegel den in Indien gefundenen Thierkreisen nach Stellen aus Manu's Gesetzbuch, aus Valmiki's Ramayana und aus Amarasinha's Wörterbuch beilegen wollte, ist nach Adolph Holtzmanns scharfsinnigen Untersuchungen sehr zweifelhaft geworden.[30]

Die durch den Lauf der Jahrhunderte so zufällig entstandene, künstliche Gruppirung der Sterne zu Bildern, ihre oft unbequeme Größe und schwankenden Umrisse; die verworrene Bezeichnung der einzelnen Sterne in den Constellationen, mit Erschöpfung mehrerer Alphabete: wie in dem Schiffe Argo; das geschmacklose Vermischen mythischer Personen mit der nüchternen Prosa von physikalischen Instrumenten, chemischen Oefen und Pendeluhren am südlichen Himmel haben mehrmals zu Vorschlägen geleitet über neue, ganz bildlose Eintheilungen des Himmelsgewölbes. Für die südliche Hemisphäre: wo Scorpion, Schütze, Centaur, das Schiff und der Eridanus allein einen alten dichterischen Besitz haben, schien das Unternehmen weniger gewagt.[31]

Der Fixsternhimmel (orbis inerrans des Appulejus), der uneigentliche Ausdruck Fixsterne (astra fixa des Manilius) erinnern, wie wir schon oben in der Einleitung zur Astrognosie[32] bemerkt, an die Verbindung, ja Verwechselung der Begriffe von Einheftung und absoluter Unbeweglichkeit (Fixität). Wenn Aristoteles die nicht wandernden Weltkörper (ἀπλανῆ ἄστρα) eingeheftete (ἐνδεδεμένα), wenn Ptolemäus sie angewachsene (προσπεφυκότες) nennt, so beziehen sich zunächst diese Benennungen auf die Vorstellung des Anaximenes von der krystallartigen Sphäre. Die scheinbare Bewegung aller Fi

sterne von Osten nach Westen, während daß ihr Abstand unter einander sich gleich blieb, hatte diese Hypothese erzeugt. „Die Fixsterne (ἀπλανῆ ἄστρα) gehören der oberen, von uns entfernteren Region: in der sie wie Nägel an den Krystallhimmel angeheftet sind; die Planeten (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά), welche eine entgegengesetzte Bewegung haben, gehören der unteren, näheren Region an.“[33] Wenn bei Manilius schon in der frühesten Zeit der Cäsaren stella fixa für infixa oder affixa gesagt wurde, so läßt sich annehmen, daß die Schule in Rom anfangs doch nur der ursprünglichen Bedeutung des Angeheftet-Seins anhing; aber da das Wort fixus auch die Bedeutung der Unbeweglichkeit einschloß, ja für synonym mit immotus und immobilis genommen werden konnte: so war es leicht, daß der Volksglaube oder vielmehr der Sprachgebrauch allmälig an eine stella fixa vorzugsweise die Idee der Unbeweglichkeit knüpfte, ohne der festen Sphäre zu gedenken, an die sie geheftet ist. So durfte Seneca die Fixsternwelt fixum et immobilem populum nennen.

Wenn wir auch nach Stobäus und dem Sammler der „Ansichten der Philosophen“ die Benennung Krystallhimmel bis zur frühen Zeit des Anaximenes hinaufführen; so finden wir doch die Idee, welche der Benennung zum Grunde liegt, erst schärfer bei Empedocles entwickelt. Den Fixsternhimmel hält dieser für eine feste Masse, welche aus dem durch Feuer krystallartig starr gewordenen Aether gebildet wurde.[34] Der Mond ist ihm ein durch die Kraft des Feuers hagelartig geronnener Körper, welcher sein Licht von der Sonne erhält. Der ursprüngliche Begriff des Durchsichtigen, Geronnenen, Erstarrten würde nach der Physik der Alten[35] und ihren Begriffen vom Festwerden des Flüssigen nicht unmittelbar auf Kälte und Eis führen; aber die Verwandtschaft von κρύσταλλος mit κρύος und κρυσταίνω, wie die Vergleichung mit den durchscheinendsten aller Körper, veranlaßten die bestimmteren Behauptungen, daß das Himmelsgewölbe aus Eis oder aus Glas bestehe. So finden wir bei Lactantius: coelum aërem glaciatum esse, und vitreum coelum. Empedocles hat gewiß noch nicht an phönicisches Glas, wohl aber an Luft gedacht, die durch feurigen Aether in einen durchsichtigen festen Körper zusammengeronnen ist. Die Idee des Durchsichtigen war in der Vergleichung mit dem Eise, κρύσταλλος, das Vorherrschende; man dachte nicht an Ursprung des Eises durch Kälte, sondern zunächst nur an ein durchsichtiges Verdichtetes. Wenn der Dichter das Wort Krystall selbst brauchte, so bedient sich die Prose (wie die in der 34ten Anmerkung angeführte Stelle des Achilles Tatius, des Commentators von Aratus, bezeugt) nur des Ausdrucks: krystallähnlich, κρυσταλλοειδής. Eben so bedeutet πάγος (von πήγνυσθαι, *fest werden*) ein Stück Eis: wobei bloß die Verdichtung in Betracht *gezogen wird.*

Durch die Kirchenväter: welche spielend 7 bis 10, wie Zwiebel-
iute über einander gelagerte, gläserne Himmelsschichten annahmen,
t diese Ansicht des krystallenen Gewölbes in das Mittelalter über-
gangen; ja sie hat sich selbst in einigen Klöstern des südlichen Eu-
pa's erhalten: wo zu meinem Erstaunen ein ehrwürdiger Kirchenfürst
ir, nach dem so viel Aufsehen erregenden Aërolithenfall bei Aigle,
e Meinung äußerte: was wir mit einer vitrificirten Rinde bedeckte
leteorsteine nennten, wären nicht Theile des gefallenen Steines
lbst, sondern ein Stück des durch den Stein zerschlagenen krystallenen
immels. Kepler, zuerst durch die Betrachtung über die alle Pla-
tenbahnen durchschneidenden Cometen veranlaßt, hat sich schon
ittehalb Jahrhunderte früher gerühmt[36] die 77 homocentrischen
phären des berühmten Girolamo Fracastoro, wie alle älteren rück-
irkenden Epicykeln zerstört zu haben. Wie so große Geister als
udoxus, Menächmus, Aristoteles und Apollonius von Pergä sich die
öglichkeit des Mechanismus und der Bewegung starrer, in einander
eifender, die Planeten führender Sphären gedacht haben; ob sie
ese Systeme von Ringen nur als ideale Anschauungen, als Fictionen
r Gedankenwelt betrachteten, nach denen schwierige Probleme des
lanetenlaufs erklärt und annähernd berechnet werden könnten: sind
ragen, welche ich schon an einem anderen Orte[37] berührt habe und
elche für die Geschichte der Astronomie, wenn sie Entwickelungs-
rioden zu unterscheiden strebt, nicht ohne Wichtigkeit sind.

Ehe wir von der uralten, aber künstlichen, Zodiacal-Gruppi-
ng der Fixsterne, wie man sich dieselben an feste Sphären ange-
tet dachte, zu ihrer natürlichen, reellen Gruppirung und den
n erkannten Gesetzen relativer Vertheilung übergehen; müssen wir
bei einigen sinnlichen Erscheinungen der einzelnen Weltkörper:
n überdeckenden Strahlen, ihren scheinbaren, unwahren Durch-
rn und der Verschiedenheit ihrer Farbe, verweilen. Von dem
uß der sogenannten Sternschwänze, welche der Zahl, Lage
Länge nach bei jedem Individuum verschieden sind, habe ich
bei den Betrachtungen über die Unsichtbarkeit der Jupiters-
e[38] gehandelt. Das undeutliche Sehen (la vue indistincte)
ielfache organische Ursachen: welche von der Aberration der
icität des Auges, von der Diffraction an den Rändern der
e oder an den Wimpern, und von der sich mehr oder weniger
us einem gereizten Punkte fortpflanzenden Irritabilität der Netz-
bhangen.[39] Ich sehe sehr regelmäßig acht Strahlen unter
von 45° bei Sternen 1ter bis 3ter Größe. Da nach Hassen-
ese Strahlungen sich auf der Krystallinse kreuzende Brenn-
(caustiques) sind, so bewegen sie sich, je nachdem man den
ch *einer oder der anderen* Seite neigt.[40] Einige meiner astro-
Freunde sehen nach oben hin 3, höchstens 4 Strahlen, und

nach unten gar keine. Merkwürdig hat es mir immer geschienen, die alten Aegypter den Sternen regelmäßig nur 5 Strahlen (also je 72° entfernt) geben, so daß dies Sternzeichen nach Horapollo hieroglyphisch die Zahl 5 bedeuten soll.[41]

Die Sternschwänze verschwinden, wenn man das Bild strahlenden Sterne (ich habe oft Canopus wie Sirius auf diese Weise beobachtet) durch ein sehr kleines mit einer Nadel in eine Karte gemachtes Loch empfängt. Eben so ist es bei dem telescopischen Sehen mit starker Vergrößerung: in welchem die Gestirne entweder als leuchtende Punkte von intensiverem Lichte oder auch wohl als überaus kleine Scheiben sich darstellen. Wenn gleich das schwächere Funkeln der Fixsterne unter den Wendekreisen einen gewissen Eindruck der Ruhe gewährt, so würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abwesenheit aller Sternstrahlung das Himmelsgewölbe zu verödet scheinen. Sinnliche Täuschung, undeutliches Sehen vermehrt vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsdecke. Arago hat schon längst die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtstärke der Fixsterne erster Größe man nicht diese, und doch den äußersten Rand der Mondscheibe[42] am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommensten optischen Werkzeuge, die stärksten Vergrößerungen geben den Fixsternen falsche Durchmesser (spurious disks, diamètres factices): welche nach Sir John Herschel's Bemerkung[43] „bei gleicher Vergrößerung um so kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächst." Verfinsterungen der Sterne durch die Mondscheibe beweisen, wie Ein- und Austritt dergestalt augenblicklich sind, daß keine Fraction einer Zeitsecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des sogenannten Klebens des eintretenden Sternes auf der Mondscheibe ist ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zusammenhange mit der Frage über die Sterndurchmesser steht. Wir haben schon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herschel bei einer Vergrößerung von 6500mal den Durchmesser von Wega noch 0″,36 fand. Das Bild des Arcturus wurde in einem dichten Nebel so verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0″,2 war. Auffallend ist es, wie wegen der Täuschung, welche die Sternstrahlung erregt, vor der Erfindung des telescopischen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmesser von 4′ und 2′ 20″ zuschrieben.[44] Die abwechselnd lichten und dunkeln Ringe, welche die kleinen falschen Sternscheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundertmal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verschiedener Gestalt irisiren, sind gleichzeitig die Folgen der Interferenz und der Diffraction: wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinsten Gegenstände, welche telescopisch noch deutlich als leuchtende Punkte gesehen werden (doppelte Doppelsterne, wie ε der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826

John Herschel im Jahr 1832 im Trapezium des großen
des Orion entdeckt haben[45], welches der vierfache Stern θ
bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Licht-
ier Instrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, an-
rden.

Farbenverschiedenheit des eigenthümlichen Lichtes
ie wie des reflectirten Lichtes der Planeten ist von früher
annt; aber die Kenntniß dieses merkwürdigen Phänomens
ch das telescopische Sehen, besonders seitdem man sich leb-
n Doppelsternen beschäftigt hat, wundersam erweitert wor-
t hier nicht von dem Farbenwechsel die Rede, welcher, wie
erinnert worden ist, das Funkeln auch in den weißesten
egleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meist röth-
ung, welche nahe am Horizont wegen der Beschaffenheit
ns (der Luftschichten, durch die wir sehen) das Sternlicht
ndern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als
thümlicher Lichtprocesse und der ungleichen Constitution
fläche jeder Weltkörper ausstrahlt. Die griechischen Astro-
nen bloß rothe Sterne: während die neueren an der ge-
mmelsdecke, in den vom Licht durchströmten Gefilden, wie
menkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden,
bstufungen des prismatischen Farbenbildes zwischen den
er Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teles-
gefunden haben. Ptolemäus nennt in seinem Fixstern-
Sterne ὑπόπυρροι, feuerröthlich[46]: nämlich Arcturus,
Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und
leomedes vergleicht sogar Antares im Scorpion mit der
Mars: der selbst bald πυρρός, bald πυροειδής genannt wird.
en 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unserer
thes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich,
als grünlich aufgeführt.[48] Sirius gewährt demnach das
spiel einer historisch erwiesenen Veränderung der Farbe,
t gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große
ation[49] muß allerdings auf der Oberfläche oder in der
e eines solchen Fixsternes (einer fernen Sonne, wie schon
n Samos die Fixsterne würde genannt haben) vorgegangen
den Proceß zu stören, vermöge dessen die weniger brech-
n Strahlen durch Entziehung (Absorption) anderer Com-
Strahlen (sei es in der Photosphäre des Sternes selbst,
andernden kosmischen Gewölken) vorherrschend wur-
däre zu wünschen, da dieser Gegenstand bei den großen
n der neueren Optik ein lebhaftes Interesse auf sich ge-
daß man die Epoche einer solchen Naturbegebenheit,
ndens der Röthung des Sirius, durch Bestimmung gewisser

Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß schon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Cassiopeja 1572 erschienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 sich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden sah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabischen und persischen Astronomie vertrauten Philologen [s. Zusätze am Schluß ds. Bandes] glücken in den Zeitabständen von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Susi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher schon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae rufae sagt die alte lateinische Uebersetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthselhaft genug[50], die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend sein, wäre Sirius zu seiner Zeit schon nicht mehr roth gewesen, daß El-Fergani, der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem so berühmten Stern nicht sollte bezeichnet haben. Negative Gründe sind allerdings selten beweisend; und auch bei Beteigeuze (α Orionis), der jetzt noch roth ist wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Fergani in derselben Stelle der Farbe nicht.

Es ist längst anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Fixsternen des Himmels Sirius in chronologischer Hinsicht, wie in seiner historischen Anknüpfung an die früheste Entwickelung menschlicher Cultur im Nilthale, die erste und wichtigste Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliacische Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortreffliche Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neuesten Untersuchungen von Lepsius[51] die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders in jene uralte Epoche von fast 33 Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung: „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anschwellens auf den Tag des ersten Wassermonats (auf den ersten Pachon) fiel, sondern auch der heliacische Aufgang der Sothis". Die neuesten, bisher unveröffentlichten, etymologischen Versuche über Sothis und Sirius aus dem Koptischen, dem Zend, Sanskrit und Griechischen werde ich in eine Note[52] zusammendrängen: die nur denen willkommen sein kann, welche aus Liebe zur Geschichte der Astronomie in den Sprachen und ihrer Verwandtschaft Denkmäler des früheren Wissens erkennen.

Entschieden weiß sind gegenwärtig, außer Sirius: Wega, Deneb, Regulus und Spica; auch unter den kleinen Doppelsternen zählt Struve *an 300 auf, in denen beide Sterne weiß sind.*[53]. Gelbes und gelbliches Licht haben Procyon, Atair, der Polarstern und besonders β

einen Bären. Von rothen und röthlichen großen Sternen haben
von Beteigeuze, Arcturus, Aldebaran, Antares und Pollux ge-
. Rümker findet γ Crucis von schöner rother Farbe; und mein
riger Freund, Capitän Bérard, ein vortrefflicher Beobachter,
aus Madagascar 1847, daß er seit einigen Jahren auch α Crucis
then sehe. Der durch Sir John Herschel's Beobachtungen be-
gewordene Stern im Schiffe, η Argûs, dessen ich bald um-
cher erwähnen werde, verändert nicht bloß seine Lichtstärke, er
ert auch seine Farbe. Im Jahre 1843 fand in Calcutta Herr
diesen Stern an Farbe dem Arcturus gleich, also röthlich
; aber in Briefen aus Santiago de Chile vom Februar 1850
ihn Lieutenant Gilliß von dunklerer Farbe als Mars. Sir
Herschel giebt am Schluß seiner Capreise ein Verzeichniß von
infarbigen (ruby coloured) kleinen Sternen 7ter bis 9ter Größe.
erscheinen im Fernrohr wie Blutstropfen. Auch die Mehrzahl
veränderlichen Sterne wird als roth und röthlich beschrieben.[55]
hmen machen: Algol am Kopf der Medusa, β Lyrae, ε Au-
..; die ein rein weißes Licht haben. Mira Celi, deren
scher Lichtwechsel am frühesten erkannt[56] worden ist, hat ein
öthliches Licht; aber die Veränderlichkeit von Algol, β Lyrae...
, daß die rothe Farbe nicht eine nothwendige Bedingung der
ränderung sei: wie denn auch mehrere rothe Sterne nicht zu
eränderlichen gehören. Die lichtschwächsten Sterne, in denen
farben zu unterscheiden sind, gehören nach Struve in die 9te
0te Größe. Der blauen Sterne hat zuerst[57] Mariotte 1686 in
traité des couleurs gedacht. Bläulich ist η der Leier.
einer Sternhaufen von $3^1/_2$ Minute Durchmesser am südlichen
l besteht nach Dunlop bloß aus blauen Sternchen. Unter den
lsternen giebt es viele, in welchen der Hauptstern weiß und der
er blau ist; einige, in denen Hauptstern und Begleiter beide
aues Licht[58] haben (so δ Serp. und 59 Androm.). Bisweilen
wie in dem, von Lacaille für einen Nebelfleck gehaltenen Stern-
m bei $\varkappa$ des südlichen Kreuzes, über hundert vielfarbige (rothe,
, blaue und blaugrüne) Sternchen so zusammengedrängt, daß
e polychrome Edelgesteine (like a superb piece of fancy je-
y[59] in großen Fernröhren erscheinen.

Die Alten glaubten in der Stellung gewisser Sterne erster Größe
erwürdige symmetrische Anordnung zu erkennen. So war ihre
rksamkeit vorzugsweise auf die sogenannten vier königlichen
rne, welche sich in der Sphäre gegenüber stehen: auf Alde-
n und Antares, Regulus und Fomalhaut, gerichtet. Wir
dieser regelmäßigen Anordnung, die ich schon an einem anderen
behandelt, ausführlich bei einem späten römischen Schriftsteller,
r constantinischen Zeit, dem Julius Firmicus Maternus[61],

erwähnt. Die Rectascensional-Unterschiede der königlichen Sterne, stellae regales, sind: $11^h\,57'$ und $12^h\,49'$. Die Wichtigkeit, welche man diesem Gegenstande beilegte, ist wahrscheinlich auf Ueberlieferungen aus dem Orient gegründet, welche unter den Cäsaren mit einer großen Vorliebe zur Astrologie in das römische Reich eindrangen. Eine dunkle Stelle des Hiob (9, 9), in welcher „den Kammern des Südens" der Schenkel, d. i. das Nordgestirn des Großen Bären (der berühmte Stierschenkel auf den astronomischen Darstellungen von Dendera und in dem ägyptischen Todtenbuche) entgegengesetzt wurde, scheint ebenfalls durch 4 Sternbilder die 4 Himmelsgegenden bezeichnen zu wollen.[62]

Wenn dem Alterthum, ja dem späten Mittelalter ein großer und schöner Theil des südlichen Himmels jenseits der Gestirne von 53^0 südlicher Abweichung verhüllt geblieben war, so wurde die Kenntniß des Südhimmels ohngefähr hundert Jahre vor der Erfindung und Anwendung des Fernrohrs allmälig vervollständigt. Zur Zeit des Ptolemäus sah man am Horizont von Alexandrien: den Altar; die Füße des Centaur; das südliche Kreuz, zum Centaur gerechnet oder auch wohl[63] zu Ehren des Augustus (nach Plinius) Caesaris Thronus genannt; endlich Canopus (Conobus) im Schiffe, den der Scholiast zum Germanicus[64] das Ptolemaeon nennt. Im Catalog des Almagest ist auch der Stern erster Größe, der letzte im Flusse Eridanus (arabisch achir el-nahr), Achernar, aufgeführt: ob er gleich 9^0 unter dem Horizont war. Eine Nachricht von der Existenz dieses Sternes war also dem Ptolemäus aus südlicheren Schifffahrten im rothen Meere oder zwischen Ocelis und dem malabarischen Stapelplatze Muziris[65] zugeführt worden. Die Vervollkommnung der Nautik führte längs der westlichen afrikanischen Küste allerdings schon 1484 Diego Cam in Begleitung von Martin Behaim, 1487 Bartholomäus Diaz, 1497 Gama auf der Fahrt nach Ostindien weit über den Aequator hinaus und in die antarctischen Gewässer bis 35^0 südlicher Breite; aber die erste specielle Beachtung der großen Gestirne und Nebelflecke, die Beschreibung der Magellanischen Wolken und der Kohlensäcke, ja der Ruf von den „Wundern des im Mittelmeere nicht gesehenen Himmels", gehört der Epoche von Vicente Yañez Pinzon, Amerigo Vespucci und Andrea Corsali zwischen 1500 und 1515 an. Sternabstände am südlichen Himmel wurden am Ende des 16ten Jahrhunderts und im Anfang des 17ten gemessen.[66]

In der Vertheilung der Fixsterne an dem Himmelsgewölbe hat man erst angefangen gewisse Gesetze relativer Verdichtung zu erkennen, seitdem William Herschel im Jahr 1785 auf den glücklichen Gedanken verfiel die Zahl der Sterne in demselben Gesichtsfelde von 15′ Durchmesser in seinem 20füßigen Spiegelteleskop in verschiedenen Höhen und Richtungen zu schätzen. Dieser mühevollen

r der Aichungen (franz. jauges, engl. process of ganging
ivens, star-gauges) ist in diesem Werke schon mehrmals ge-
orden. Das Gesichtsfeld umfaßte jedesmal nur $^1/_{833000}$ des
Himmels; und solche Aichungen über die ganze Sphäre wür-
ach einer Bemerkung von Struve, an 83 Jahre[67] dauern.
uß bei den Untersuchungen über die partielle Vertheilung der
r besonders die Größenclasse, zu der sie photometrisch gehören,
hlag bringen. Wenn man bei den hellen Sternen der ersten
4 Größenclassen stehen bleibt: so findet man diese im ganzen
gleichförmig[68] vertheilt, doch örtlich in der südlichen Hemisphäre
des Orion bis α des Kreuzes vorzugsweise in eine prachtvolle
n der Richtung eines größten Kreises zusammengedrängt. Das
hiedene Urtheil, welches von Reisenden über die relative Schön-
s südlichen und nördlichen Himmels gefällt wird, hängt, wie
ube, oft nur von dem Umstande ab, daß einige der Beobachter
lichen Regionen zu einer Zeit besucht haben, in welcher der
Theil der Constellationen bei Tage culminirt. Durch die
en beider Herschel an dem nördlichen und südlichen Himmels-
ergiebt sich, daß die Fixsterne von der 5ten und 6ten Ord-
erab bis unter die 10te und 15te Größe (besonders also die
ischen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man
Ringen der Milchstraße (ὁ γαλαξίας κύκλος) nähert; daß
nach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth
tztere rechtwinklig der Haupt-Achse der Milchstraße. Die Dichte
rnlichts ist am kleinsten in den Polen des galactischen
s; sie nimmt aber zu, erst langsam und dann schneller und
, von allen Seiten mit der galactischen Polar-Distanz.
urch eine scharfsinnige und sorgfältige Behandlung der Resultate
handenen Aichungen findet Struve, daß, im Mittel, im
n der Milchstraße 29,4mal (fast 30mal) so viel Sterne liegen
den Regionen, welche die Pole der Milchstraße umgeben. Bei
en galactischen Polar-Distanzen von 0^0, 30^0, 60^0, 75^0 und
d die Verhältnißzahlen der Sterne in einem Felde des Teles-
on 15′ Durchmesser: 4,15; 6,52; 17,68; 30,30 und 122,00.
Vergleichung beider Zonen findet sich trotz großer Aehnlichkeit
Gesetze der Zunahme des Stern-Reichthums doch wieder ein
s Uebergewicht der Sternmenge[69] auf Seiten des schöneren
n Himmels.
s ich im Jahr 1843 den Ingenieur-Hauptmann Schwink
haftlich aufforderte mir die Vertheilung der 12148 Sterne
7^m inclus.), welche er auf Bessel's Anregung in seine Mappa
tis eingetragen, nach Rectascensions-Verschiedenheit mitzu-
fand er in 4 Gruppen:

Rectasc. von 50°—140° Zahl der Sterne 3147
„ „ 140°—230° „ „ „ 2627
„ „ 230°—320° „ „ „ 3523
„ „ 320°— 50° „ „ „ 2851.[1]

Diese Gruppen stimmen mit den noch genaueren Resultat
études stellaires überein, nach denen von Sternen 1^m
die Maxima in Rectasc. in 6^h 40′ und 18^h 40′, die Minima
30′ und 13^h 30′ fallen.[70]

Unter der zahllosen Menge von Sternen, welche an dem H
glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in H
auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltbaues und auf di
oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, spo
zerstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgeso
selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letztere
Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausen
teleſcopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander en
und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, co
artig leuchtend, erscheinen. Das sind die nebligen Ster
Eratosthenes[71] und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonsi
Tafeln von 1252 und die des Galilei, welche (wie es im Nu
sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subf

Die Sternhaufen selbst liegen entweder wiederum vereinz
Himmel; oder eng und ungleich, wie schichtenweise, zusammenge
in der Milchstraße und den beiden Magellanischen W
Der größte und gewiß für die Configuration der Milchs
Ringe bedeutsamste Reichthum von runden Sternhaufen (gl
clusters) findet sich in einer Region des südlichen Himmels
schen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des
pions und dem Altar (RA. 16^h 45′—19^h). Aber nicht alle
haufen in oder nahe der Milchstraße sind rund und kugelförm
giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umrissen, weni
an Sternen und mit einem nicht sehr dichten Centrum. In
runden Sterngruppen sind die Sterne von gleicher Größe, in a
sind sie sehr ungleich. In einigen seltenen Fällen zeigen sie
schönen röthlichen Centralstern[73] (RA. 2^h 10′, N. Decl. 56° 21′
solche Weltinseln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei u
gestört rotiren können, ist ein schwieriges Problem der Dy
Nebelflecke und Sternhaufen: wenn auch von den erste
sehr allgemein angenommen wird, daß sie ebenfalls aus sehr
aber noch ferneren Sternen bestehen; scheinen doch in ihre
lichen Vertheilung verschiedenen Gesetzen unterworfen. Die Erk
dieser Gesetze wird vorzugsweise die Abhandlungen über das, wa
kühn den Himmelsbau zu nennen pflegt, modificiren. A
die Beobachtung sehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke s

leicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale.[74]

Von den wie in sich abgeschlossenen Systemen der Sternhaufen und Sternschwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden, gewiß den rohesten Völkern am frühesten bekannt: das Schifffahrts-Gestirn, Pleias ἀπὸ τοῦ πλεῖν: wie der alte Scholiast des Aratus wohl richtiger etymologisirt als neuere Schriftsteller, die den Namen von der Fülle, von πλέος, herleiten: die Schifffahrt des Mittelmeers dauerte vom Mai bis Anfang November, vom Frühaufgange bis zum Frühuntergang der Plejaden;

die Krippe im Krebs: nach Plinius nubecula quam Praesepia vocant inter Asellos, ein νεφέλιον des Pseudo-Eratosthenes;

den Sternhaufen am Schwerdt-Handgriff des Perseus, von den griechischen Astronomen oft genannt;

das Haupthaar der Berenice: wie die drei vorigen dem bloßen Auge sichtbar;

Sternhaufen in der Nähe des Arcturus (No. 1663), telescopisch; RA. $13^h\,34'\,12''$, N. Decl. $29^0\,14'$; mehr als tausend Sternchen 10—12ter Größe;

Sternhaufen zwischen η und ζ Herculis: in hellen Nächten dem bloßen Auge sichtbar; im Fernrohr ein prachtvoller Gegenstand (No. 1968), mit sonderbar strahlförmig auslaufendem Rande; RA. $16^h\,35'\,37''$, N. Decl. $36^0\,47'$; von Halley 1714 zuerst beschrieben;

Sternhaufen bei ω des Centauren: von Halley schon 1677 beschrieben, dem bloßen Auge erscheinend wie ein cometenartiger runder Flecken, fast leuchtend als ein Stern 4^m—5^m; in mächtigen Fernröhren erscheint er aus zahllosen Sternchen 13ter bis 15ter Größe zusammengesetzt, welche sich gegen die Mitte verdichten; R.A. $13^h\,16'\,38''$, südl. Decl. $46^0\,35'$; in Sir John Herschel's Catalog der Sternhaufen des südlichen Himmels No. 3504, im Durchmesser 15′ (Capreise p. 21 und 105, outl. of Astr. p. 595);

Sternhaufen bei κ des südlichen Kreuzes (No. 3435): zusammengesetzt aus vielfarbigen Sternchen 12—16ter Größe, welche auf eine Area von $^1/_{18}$ eines Quadratgrades vertheilt sind; nach Lacaille ein Nebelstern: aber durch Sir John Herschel so vollständig aufgelöst, daß gar kein Nebel übrig blieb; der Centralstern gesättigt roth (Capreise p. 17 und 102 Pl. I. fig. 2);

Sternhaufen 47 Toucani Bode; No. 2322 des Catalogs von Sir John Herschel, eines der merkwürdigsten Objecte des südlichen Himmels. Es hat dasselbe auch mich einige Nächte cometenartig getäuscht, als ich zuerst nach Peru kam und es unter 12^0 südlicher Breite sich höher über den Horizont erheben sah. Die Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge ist um so größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15′ bis 20′ Durchmesser, zwar der kleinen Magellanischen Wolke nahe, aber auf einer ganz stern-

Rectasc. von	50°—140°	Zahl der Sterne			3147
„ „	140°—230°	„	„	„	2627
„ „	230°—320°	„	„	„	3523
„ „	320°— 50°	„	„	„	2851.[1]

Diese Gruppen stimmen mit den noch genaueren Resultaten der études stellaires überein, nach denen von Sternen 1^m bis 9^m die Maxima in Rectasc. in $6^h\,40'$ und $18^h\,40'$, die Minima in $1^h\,30'$ und $13^h\,30'$ fallen.[70]

Unter der zahllosen Menge von Sternen, welche an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltbaues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, sporadisch zerstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte, selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von telescopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, cometenartig leuchtend, erscheinen. Das sind die nebligen Sterne des Eratosthenes[71] und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonsinischen Tafeln von 1252 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncius sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.

Die Sternhaufen selbst liegen entweder wiederum vereinzelt am Himmel; oder eng und ungleich, wie schichtenweise, zusammengedrängt, in der Milchstraße und den beiden Magellanischen Wolken. Der größte und gewiß für die Configuration der Milchstraßen-Ringe bedeutsamste Reichthum von runden Sternhaufen (globular clusters) findet sich in einer Region des südlichen Himmels[72] zwischen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des Scorpions und dem Altar (RA. $16^h\,45'$—19^h). Aber nicht alle Sternhaufen in oder nahe der Milchstraße sind rund und kugelförmig; es giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umrissen, wenig reich an Sternen und mit einem nicht sehr dichten Centrum. In vielen runden Sterngruppen sind die Sterne von gleicher Größe, in anderen sind sie sehr ungleich. In einigen seltenen Fällen zeigen sie einen schönen röthlichen Centralstern[73] (RA. $2^h\,10'$, N. Decl. $56°\,21'$). Wie solche Weltinseln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei und ungestört rotiren können, ist ein schwieriges Problem der Dynamik. Nebelflecke und Sternhaufen: wenn auch von den ersteren jetzt sehr allgemein angenommen wird, daß sie ebenfalls aus sehr kleinen, aber noch ferneren Sternen bestehen; scheinen doch in ihrer örtlichen Vertheilung verschiedenen Gesetzen unterworfen. Die Erkenntniß dieser Gesetze wird vorzugsweise die Ahndungen über das, was man kühn den Himmelsbau zu nennen pflegt, modificiren. Auch ist die Beobachtung sehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke sich bei

gleicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale.[74]

Von den wie in sich abgeschlossenen Systemen der Sternhaufen und Sternschwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden, gewiß den rohesten Völkern am frühesten bekannt: das Schifffahrts-Gestirn, Pleias ἀπὸ τοῦ πλεῖν: wie der alte Scholiast des Aratus wohl richtiger etymologisirt als neuere Schriftsteller, die den Namen von der Fülle, von πλέος, herleiten: die Schifffahrt des Mittelmeers dauerte vom Mai bis Anfang November, vom Frühaufgange bis zum Frühuntergang der Plejaden;

die Krippe im Krebs: nach Plinius nubecula quam Praesepia vocant inter Asellos, ein νεφέλιον des Pseudo-Eratosthenes;

den Sternhaufen am Schwerdt-Handgriff des Perseus, von den griechischen Astronomen oft genannt;

das Haupthaar der Berenice: wie die drei vorigen dem bloßen Auge sichtbar;

Sternhaufen in der Nähe des Arcturus (No. 1663), teleskopisch; RA. 13h 34′ 12″, N. Decl. 29° 14′; mehr als tausend Sternchen 10—12ter Größe;

Sternhaufen zwischen η und ζ Herculis: in hellen Nächten dem bloßen Auge sichtbar; im Fernrohr ein prachtvoller Gegenstand (No. 1968), mit sonderbar strahlförmig auslaufendem Rande; RA. 16h 35′ 37″, N. Decl. 36° 47′; von Halley 1714 zuerst beschrieben;

Sternhaufen bei ω des Centauren: von Halley schon 1677 beschrieben, dem bloßen Auge erscheinend wie ein cometenartiger runder Flecken, fast leuchtend als ein Stern 4m—5m; in mächtigen Fernröhren erscheint er aus zahllosen Sternchen 13ter bis 15ter Größe zusammengesetzt, welche sich gegen die Mitte verdichten; R.A. 13h 16′ 38″, südl. Decl. 46° 35′; in Sir John Herschel's Catalog der Sternhaufen des südlichen Himmels No. 3504, im Durchmesser 15′ (Capreise p. 21 und 105, outl. of Astr. p. 595);

Sternhaufen bei κ des südlichen Kreuzes (No. 3435): zusammengesetzt aus vielfarbigen Sternchen 12—16ter Größe, welche auf eine Area von $^1/_{18}$ eines Quadratgrades vertheilt sind; nach Lacaille ein Nebelstern: aber durch Sir John Herschel so vollständig aufgelöst, daß gar kein Nebel übrig blieb; der Centralstern gesättigt roth (Capreise p. 17 und 102 Pl. I. fig. 2);

Sternhaufen 47 Toucani Bode; No. 2322 des Catalogs von Sir John Herschel, eines der merkwürdigsten Objecte des südlichen Himmels. Es hat dasselbe auch mich einige Nächte cometenartig getäuscht, als ich zuerst nach Peru kam und es unter 12° südlicher Breite sich höher über den Horizont erheben sah. Die Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge ist um so größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15′ bis 20′ Durchmesser, zwar der kleinen Magellanischen Wolke nahe, aber auf einer ganz stern-

des Schützen, wo er in 276° Länge die Ekliptik durchschneidet. Weiter hin erkennt man ihn aber in unterbrochener, fleckiger Gestalt: fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis zum Schwan. Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend: wo zwischen ε, α und γ Cygni eine breite, dunkle Leere sich zeigt, die Sir John Herschel[91] mit dem Kohlensack im südlichen Kreuze vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme ausgehen. Einer derselben, von größerer Lichtstärke, kann gleichsam rückwärts über β Cygni und s Aquilae verfolgt werden: jedoch ohne sich mit dem bereits oben erwähnten, bis zum Fuß des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Ansatz der Milchstraße dehnt sich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, also in der Nähe der Cassiopea, von welcher Constellation an wir die Schilderung der Milchstraße begonnen haben, nach dem Kleinen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortschritten, welche durch Anwendung großer Telescope allmälig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verschiedenheit der Licht-Concentration in einzelnen Theilen der Milchstraße gemacht hat, sind an die Stelle bloß optischer Projections-Ansichten mehr physische Gestaltungs-Ansichten getreten. Thomas Wright[92] von Durham, Kant, Lambert und zuerst auch William Herschel waren geneigt die Gestalt der Milchstraße und die scheinbare Anhäufung der Sterne in derselben als eine Folge der abgeplatteten Gestalt und ungleichen Dimensionen der Weltinsel (Sternschicht) zu betrachten, in welche unser Sonnensystem eingeschlossen ist. Die Hypothese von der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixsterne ist neuerdings vielseitig erschüttert worden. Der kühne und geistreiche Erforscher des Himmels, William Herschel, hat sich in seinen letzten Arbeiten[93] für die Annahme eines Ringes von Sternen entschieden, die er in seiner schönen Abhandlung vom Jahre 1784 bestritt. Die neuesten Beobachtungen haben die Hypothese von einem System von einander abstehender concentrischer Ringe begünstigt. Die Dicke dieser Sternringe scheint sehr ungleich; und die einzelnen Schichten, deren vereinten, stärkeren oder schwächeren, Lichtglanz wir empfangen, liegen gewiß in sehr verschiedenen Höhen, d. h. in verschiedenen Entfernungen von uns: aber die relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe schätzen, kann nicht in der Art als maaßgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man befriedigend den Radius der Abstandssphäre numerisch[94] daraus bestimmen könnte.

In vielen Gegenden der Milchstraße genügt die raumdurchdringende Kraft der Instrumente ganze Sternwolken aufzulösen und *die einzelnen* Lichtpunkte auf die dunkle, sternlose Himmelsluft *projicirt zu sehen.* Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie.

undes, des Scorpions, des Centauren und des Kreuzes gehören, e Milchstraße unter einem Winkel von 20° schneidet. Ein größter reis, der durch ε Orionis und den Fuß des Kreuzes gelegt wird, zeichnet die Richtung dieser merkwürdigen Zone. Die, man möchte gen malerisch-landschaftliche Wirkung der Milchstraße wird in beiden emisphären durch ihre mehrfache Theilung erhöht. Sie bleibt ohnefähr $^2/_5$ ihres Zuges hindurch ungetheilt. In der großen Bifurtion trennen sich nach Sir John Herschel die Zweige bei α Centauri[89]: nicht bei β Cent., wie unsere Sternkarten angeben, oder im Altar, wie Ptolemäus will[90]; sie kommen wieder zusammen im

chwan.

Um den ganzen Verlauf und die Richtung der Milchstraße mit ren Nebenzweigen im allgemeinen übersehen zu können, geben wir er in gedrängter Kürze eine Uebersicht, die nach der Folge der ectascensionen geordnet ist. Durch γ und ε Cassiopejae hindurchhend, sendet die Milchstraße südlich einen Zweig nach ε Persei, elcher sich gegen die Plejaden und Hyaden verliert. Der Hauptrom, hier sehr schwach, geht über die Hoedi (Böckchen) im Fuhrann, die Füße der Zwillinge, die Hörner des Taurus, das Sommerolstitium der Ekliptik und die Keule des Orion nach 6^h 54′ RA. ür 1800), den Aequator an dem Halse des Einhorns schneidend. on hier an nimmt die Helligkeit beträchtlich zu. Am Hintertheil des chiffes geht ein Zweig südlich ab bis γ Argûs, wo derselbe plötzlich brichtet. Der Hauptstrom setzt fort bis 33° südl. Decl., wo er, cherförmig zertheilt (20° breit), ebenfalls abbricht: so daß in der inie von γ nach λ Argûs sich eine weite Lücke in der Milchstraße igt. In ähnlicher Ausbreitung beginnt letztere nachher wieder, verigt sich aber an den Hinterfüßen des Centauren und vor dem Einitte in das südliche Kreuz, wo sie ihren schmalsten Streifen von ur 3° oder 4° Breite bildet. Bald darauf dehnt sich der Lichtweg ieder zu einer hellen und breiten Masse aus, die β Centauri wie und β Crucis einschließt und in deren Mitte der schwarze birnrmige Kohlensack liegt, dessen ich im 7ten Abschnitt näher erähnen werde. In dieser merkwürdigen Region, etwas unterhalb s Kohlensackes, ist die Milchstraße dem Südpol am nächsten.

Bei α Centauri tritt die schon oben berührte Haupttheilung ein: ne Bifurcation, welche sich nach den älteren Ansichten bis zu dem ternbild des Schwanes erhält. Zuerst, von α Centauri aus gechnet, geht ein schmaler Zweig nördlich nach dem Wolf hinwärts, o er sich verliert; dann zeigt sich eine Theilung beim Winkelmaaß ei γ Normae). Der nördliche Zweig bildet unregelmäßige Formen s in die Gegend des Fußes des Schlangenträgers, wo er ganz verwindet; *der südlichste Zweig* wird jetzt der Hauptstrom, und geht *rch den Altar und den Schwanz* des Scorpions nach dem Bogen

des Schützen, wo er in 276° Länge die Elliptik durchschneidet. Weiter hin erkennt man ihn aber in unterbrochener, fleckiger Gestalt: fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis zum Schwan. Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend: wo zwischen ε, α und γ Cygni eine breite, dunkle Leere sich zeigt, die Sir John Herschel[91] mit dem Kohlensack im südlichen Kreuze vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme ausgehen. Einer derselben, von größerer Lichtstärke, kann gleichsam rückwärts über β Cygni und s Aquilae verfolgt werden: jedoch ohne sich mit dem bereits oben erwähnten, bis zum Fuß des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Ansatz der Milchstraße dehnt sich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, also in der Nähe der Cassiopea, von welcher Constellation an wir die Schilderung der Milchstraße begonnen haben, nach dem Kleinen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortschritten, welche durch Anwendung großer Telescope allmälig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verschiedenheit der Licht-Concentration in einzelnen Theilen der Milchstraße gemacht hat, sind an die Stelle bloß optischer Projections-Ansichten mehr physische Gestaltungs-Ansichten getreten. Thomas Wright[92] von Durham, Kant, Lambert und zuerst auch William Herschel waren geneigt die Gestalt der Milchstraße und die scheinbare Anhäufung der Sterne in derselben als eine Folge der abgeplatteten Gestalt und ungleichen Dimensionen der Weltinsel (Sternschicht) zu betrachten, in welche unser Sonnensystem eingeschlossen ist. Die Hypothese von der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixsterne ist neuerdings vielseitig erschüttert worden. Der kühne und geistreiche Erforscher des Himmels, William Herschel, hat sich in seinen letzten Arbeiten[93] für die Annahme eines Ringes von Sternen entschieden, die er in seiner schönen Abhandlung vom Jahre 1784 bestritt. Die neuesten Beobachtungen haben die Hypothese von einem System von einander abstehender concentrischer Ringe begünstigt. Die Dicke dieser Sternringe scheint sehr ungleich; und die einzelnen Schichten, deren vereinten, stärkeren oder schwächeren, Lichtglanz wir empfangen, liegen gewiß in sehr verschiedenen Höhen, d. h. in verschiedenen Entfernungen von uns: aber die relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe schätzen, kann nicht in der Art als maaßgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man befriedigend den Radius der Abstandssphäre numerisch[94] daraus bestimmen könnte.

In vielen Gegenden der Milchstraße genügt die raumdurchdringende Kraft der Instrumente ganze Sternwolken aufzulösen und *die einzelnen Lichtpunkte* auf die dunkle, sternlose Himmelsluft projicirt zu sehen. Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie.

ds us", sagt Sir John Herschel, „irresistibly to the con-
, that in these regions we see *fairly through* the starry
." [95] In anderen Gegenden sieht man wie durch Oeffnungen
palten, sei es auf ferne Weltinseln oder weit auslaufende
des Ring-Systems; in noch anderen ist die Milchstraße bisher
ründlich (fathomless, insondable) geblieben, selbst für das
e Telescop. [96] Untersuchungen über die ungleichartige Licht-
tät der Milchstraße wie über die Größenordnungen der
, welche von den Polen der Milchstraße zu ihr selbst hin
nge regelmäßig zunehmen (die Zunahme wird vorzugsweise
jeder Seite der Milchstraße in Sternen unterhalb der 11ten
7, also in $^{16}/_{17}$ aller Sterne, bemerkt), haben den neuesten
er der südlichen Himmelssphäre zu merkwürdigen Ansichten und
einlichen Resultaten über die Gestalt des galactischen Ring-
s und über das geleitet, was man kühn die Stelle der
in der Weltinsel nennt, welcher jenes Ring-System ange-
Der Standort, den man der Sonne anweist, ist excentrisch:
lich da, wo eine Nebenschicht sich von dem Hauptringe ab-
s in einer der verödeteren Regionen, die dem südlichen
näher liegt als dem entgegengesetzten Knoten der Milch-
. „Die Tiefe, zu der unser Sonnensystem in das Stern-
n, welches die Milchstraße bildet, eingetaucht liegt, soll dazu
südlichen Grenz-Oberfläche an gerechnet) dem Abstande oder
e von Sternen der 9ten und 10ten, nicht der 11ten Größe
in." [100] Wo, der eigenthümlichen Natur gewisser Probleme
Ressungen und unmittelbare sinnliche Wahrnehmungen fehlen:
r wie ein Dämmerlicht auf Resultaten, zu welchen, ahndungs-
rieben, die geistige Anschauung sich erhebt.

Anmerkungen.

[1] (S. 96.) Kosmos Bd. III. S. 32 und 38, Anm. 32 und 33.

[2] (S. 96.) A. a. O. Bd. I. S. 114 und 265 Anm. 14.

[3] (S. 97.) On the space-penetrating power of telescopes in John Herschel, outlines of Astr. § 803.

[4] (S. 97.) Ich kann nicht versuchen in Eine Anmerkung alle Gr zusammenzudrängen, auf welche sich Argelander's Ansichten stützen. Es hinlänglich sein aus seinen freundschaftlichen Briefen an mich hier folgendes zutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwinck gefordert, nach Maaßgabe der auf seine Mappa coelestis aufgetrag Sterne die Zahl derer zu schätzen, welche 1ter bis 7ter Größe (letztere e schlossen) das ganze Himmelsgewölbe zu enthalten scheint. Er findet von − bis + 90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Voraussetz daß die Anhäufung vom 30° südlicher Abweichung bis zum Südpol dieselb am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Schätzung scheint auch mir der Wahrheit sehr nahe zu kommen. Es ist bek daß, wenn man nur die ganze Masse betrachtet, jede folgende Classe ung dreimal so viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catalo Stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Z S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranom 1441 Sterne 6^m: woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen wü hierin sind aber die Sterne $6 . 7^m$ nicht einbegriffen: welche man, wenn ganze Classen gezählt werden, noch zu der 6ten Classe rechnen müßte. Ich gl daß man diese zu 1000 annehmen könne: so daß man 4000 Sterne 6^m und also nach der obigen Regel 12000 Sterne 7^m, oder 18000 Sterne vo bis 7^m incl. Etwas näher komme ich durch andere Betrachtungen über die der Sterne 7^m, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe: nämlich (pag. XXVI), bei Berücksichtigung der darunter doppelt oder mehrfach achteten und der wahrscheinlich übersehenen. Ich finde auf diesem Wege zw 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7^m, und daraus für den g Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der descriptio *l'Observatoire* de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis *der von ihm durchmusterten* Himmelsgegend (von − 15° zu + 90°) zu *an, woraus für den* ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Gr

Heiße's Catol. e zonis Regiomontanis ded. p. XXXII findet
de in dem Gürtel von — 15° bis + 15° nach einer Wahrscheinlichkeits-
tung 3903 Sterne 1^m — 7^m, also am ganzen Himmel 15050. Die Zahl
ringer, weil Bessel die helleren Sterne um fast eine halbe Größe geringer
le als ich. Es ist hier nur ein Mittelwerth zu erhalten, und dieser würde
wohl 18000 von 1^m — 7^m incl. sein. Sir John Herschel spricht in der
e der outlines of Astronomy p. 521, an die Sie mich erinnern,
von bereits eingetragenen Sternen: „the whole number of stars
dy registered down to the seventh magnitude, inclusive, amounting
om 12000 to 15000." Was die schwächeren Sterne 8^m und 9^m betrifft,
det Struve in dem oben bezeichneten Gürtel von — 15° bis + 15°: Sterne
Größe 10557, Sterne 9ter Größe 37739; folglich für den ganzen Himmel
) Sterne 8^m und 145800 Sterne 9^m. Wir hätten also nach Struve von
is 9ter Größe incl. 15100 + 40800 + 145800 = 201700 Sterne. Diese
n hat Struve gefunden, indem er diejenigen Zonen oder Theile von Zonen,
dieselben Himmelsgegenden umfaßten, sorgfältig verglich, und aus der
der in denselben gemeinschaftlichen und der in jeder verschiedenen Sterne
er Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorhandenen
schloß. Da hierbei eine große Zahl von Sternen concurrirt hat, so ver-
diese Rechnung sehr viel Vertrauen. — Bessel hat in seinen sämmtlichen
zwischen — 15° und + 45°, nach Abzug der doppelt oder mehrfach be-
ten und der Sterne $9 . 10^m$, etwa 61000 verschiedene Sterne 1^m bis 9^m
erzeichnet: woraus, mit Berücksichtigung der nach der Wahrscheinlichkeit
enen, etwa 101500 der genannten Größen in diesem Theile des Himmels
würden. Meine Zonen enthalten zwischen + 45° und + 80° etwa 22000
dene Sterne (Durchmusterung des nördl. Himmels S. XXV);
müssen aber etwa 3000 von $9 . 10^m$ abgezogen werden: bleiben 19000.
Zonen sind etwas reicher als die Bessel'schen, und ich glaube daher in
Grenzen (+ 45° und + 80°) überhaupt nicht mehr als 28500 wirklich
nde Sterne annehmen zu können: so daß wir also 130000 Sterne bis zur
l. zwischen — 15° und + 80° hätten. Dies ist aber 0,62181 des ganzen
ls; und wir fänden bei gleichmäßiger Vertheilung am ganzen Firmament
Sterne, also wieder nahe dieselbe Zahl wie nach Struve: vielleicht selbst
cht unbedeutend größere, da Struve die Sterne $9 . 10^m$ zu den Sternen
echnet hat. — Die Zahlen, die wir nach meiner Ansicht für den ganzen
l annehmen können, wären also 1^m 20, 2^m 65, 3^m 190, 4^m 425, 5^m 1100,
)0, 7^m 13000, 8^m 40000, 9^m 142000; zusammen von 1ter bis 9ter
incl. 200000 Sterne. — Wenn Sie mir einwerfen, daß Lalande (Hist.
te p. IV) die Zahl der von ihm beobachteten mit bloßen Augen sicht-
Sterne zu 6000 angiebt; so bemerke ich hierauf, daß darunter sehr viele
und mehrfach beobachtete vorkommen: und daß man nach Weglassung
u der Zahl von *nur ungefähr* 3800 Sternen in dem zwischen — 28° 30'
90° liegenden Theile des Himmels, welchen Lalande's Beobachtungen
, *gelangt. Da dieses 0,72310 des ganzen Himmels ist*, so würden sich

hatten. Reinaud, Introd. de la Géogr. d'Aboulféda 1848 p. CXXXIX.

13 (S. 100.) Sédillot fils, Prolégomènes des Tables astr. d'Oloug-Beg 1847 p. CXXXIV note 2; Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 8.

14 (S. 100.) In meinen Untersuchungen über den relativen Werth der astronomischen Ortsbestimmungen von Inner-Asien (Asie centrale T. III. p. 581—596) habe ich nach den verschiedenen arabischen und persischen Handschriften der Pariser Bibliothek die Breiten von Samarkand und Bokhara angegeben. Ich habe wahrscheinlich gemacht, daß die erstere größer als 39° 52′ ist, während die meisten und besseren Handschriften von Ulugh Beig 39° 37′, ja das Kitab al-athual von Alfares und der Kanun des Albyruni 40° haben. Ich glaube von neuem darauf aufmerksam machen zu müssen, wie wichtig es für die Geographie und für die Geschichte der Astronomie wäre endlich einmal die Position von Samarkand in Länge und Breite durch eine neue und glaubwürdige Beobachtung bestimmen zu lassen. Die Breite von Bokhara kennen wir durch Stern-Culminationen aus der Reise von Burnes. Sie gaben 39° 43′ 41″. Die Fehler der zwei schönen persischen und arabischen Handschriften (No. 164 und 2460) der Pariser Bibliothek sind also nur 7—8 Minuten; aber der immer in seinen Combinationen so glückliche Major Rennell hatte sich für Bokhara um 19′ geirrt. (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 592 und Sédillot in den Prolégomènes d'Oloug-Beg p. CXXIII—CXXV.)

15 (S. 101.) Kosmos Bd. II. S. 203—206 und 311 Anm. 5—8; Humboldt, Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. IV. p. 321—336, T. V. p. 226—238.

16 (S. 101.) Cardani Paralipomenon lib. VIII. cap. 10 (Operum T. IX. ed. Lugd. 1663 p. 508).

17 (S. 101.) Kosmos Bd. I. S. 59—60.

18 (S. 102.) Baily, Cat. of those Stars in the Histoire céleste of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sterncataloge verdankt, s. die Betrachtungen von Sir John Herschel in Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergl. auch über vermißte Sterne Schumacher, astr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

19 (S. 102.) Memoirs of the Royal Astronomical Society Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

20 (S. 102.) Bessel, Fundamenta Astronomiae pro anno 1755, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818. (Vergl. auch Bessel, Tabulae *Regiomontanae* reductionum observationum astronomicarum *ab anno 1750* usque ad annum 1850 computatae, 1830.)

21 (S. 102.) Ich dränge hier in Eine Note die numerischen Angaben aus

den Sternverzeichnissen zusammen, die minder große Massen, eine kleinere Zahl von Positionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit Beisatz der Zahl der Ortsbestimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 südliche Sterne bis 7^m incl., reducirt auf das J. 1750 von Henderson; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamsteed ursprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129—164); Bradley 3222, von Bessel auf das J. 1755 reducirt; Pond 1112; Piazzi 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4243, meist Circumpolarsterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822—1828 in Neu-Holland beobachtete südliche Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das J. 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abo) 560; Taylor (Madras) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter Baily's Aufsicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis $7^1/_2$. Für die südlichsten Sterne besitzen wir noch die reichen Verzeichnisse von Henderson, Fallows, Maclear und Johnson auf St. Helena.

22 (S. 103.) Weiße, Positiones mediae stellarum fixarum in Zonis Regiomontanis a Besselio inter — 15° et + 15° decl. observatorum ad annum 1825 reductae (1846), mit einer wichtigen Vorrede von Struve.

23 (S. 103.) Encke, Gedächtnißrede auf Bessel S. 13.

24 (S. 104.) Vergl. Struve, études d'Astr. stellaire 1847 S. 66 und 72, Kosmos Bd. I. S. 97 und Mädler, Astronomie 4te Aufl. 1849 S. 417.

25 (S. 105.) Kosmos Bd. II. S. 125 und 272 Anm. 11.

26 (S. 105.) Ideler, Untersuch. über die Sternnamen S. 11, 47, 139, 144 und 243; Letronne sur l'origine du Zodiaque grec 1840 p. 25.

27 (S. 106.) Letronne a. a. O. p. 25 und Carteron, analyse des recherches de Mr. Letronne sur les représentations zodiacales 1843 p. 119. „Il est très douteux qu' Eudoxe (Ol. 103) ait jamais employé le mont ζωδιακός. On le trouve pour la première fois dans Euclide et dans le Commentaire d'Hipparque sur Aratus (Ol. 160). Le nom d'écliptique, ἐκλειπτικός, est aussi fort récent." (Vergl. Martin in Commentar zu Theonis Smyrnaei Platonici liber de Astronomia 1849 p. 50 und 60.)

28 (S. 106.) Letronne, orig. du Zod. p. 25 und analyse crit. des représ. zod. 1846 p. 15. Auch Ideler und Lepsius halten für wahrscheinlich, „daß zwar die Kenntniß des chaldäischen Thierkreises sowohl der Einteilung als den Namen nach bereits im 7ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zu den Griechen gelangt, die Aufnahme aber der einzelnen Zodiacal-Bilder in die griechische astronomische Litteratur erst später und allmälig erfolgt sei." (Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 65 und 124.) Ideler

ist geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten; Lepsius hält es für die natürlichste Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäischen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren, den ihrigen zugefügt haben.“ Könnte man aber nicht bei dieser Voraussetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäischen Dodecatomerie? Hätten sie 12 Bilder überkommen, so würden sie doch wohl nicht eines weggeschnitten haben, um es später wieder zuzufügen.

29 (S. 107.) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copisten eingeschobene Stelle des Hipparch s. Letronne, orig. du Zod. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer sehr alten Bekanntschaft der Griechen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer sorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechischen und römischen Alterthums geliefert, in welchen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vorkommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem θηρίον die Rede ist, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Halma T. II. p. 170) hingewiesen. In der letzteren wird die südliche Wage mit dem Beisatz κατὰ Χαλδαίους genannt und den Skorpions-Scheeren entgegengesetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, sondern von den in Syrien und Alexandrien zerstreuten astrologischen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttmann wollte, was wenig wahrscheinlich ist, daß die χηλαὶ ursprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und später durch ein Mißverständniß in die Scheeren eines Scorpions umgewandelt wurden. (Vergl. Ideler, Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mir immer, bei der Analogie zwischen vielen Namen der 27 Mondhäuser und der Dodecatomerie des Thierkreises, daß unter den gewiß sehr alten indischen Nakschatras (Mondhäusern) sich ebenfalls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

30 (S. 107.) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreises im alten Indien in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und seine commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holtzmann über den griechischen Ursprung des indischen Thierkreises 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarakoscha und Ramayana angeführten Stellen“, heißt es in der letztgenannten Schrift, „sind von unzweifelhafter Auslegung: sie sprechen in den deutlichsten Ausdrücken vom Thierkreise selbst; aber wenn die Werke, in denen sie enthalten, früher verfaßt sind, als die Kunde des griechischen Thierkreises nach Indien gelangen konnte: so ist genau zu untersuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zusätze sind.“

31 (S. 107.) Vergl. Buttmann im Berliner astron. Jahrbuche für

Olbers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahr-
0 S. 238—251 und Sir John Herschel, revision and re-
ent of the Constellations, with special reference to
Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc.
201—224 (mit einer sehr genauen Vertheilung der südlichen Sterne
Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen La-
ode über die Einführung seiner Hauskatze und eines Erndte-
ier!) klagt Olbers darüber, daß „um für Friedrichs Ehre am
n zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere
ußte, als derselbe seit 3000 Jahren eingenommen hatte."
07.) Kosmos Bd. III. S. 25 und 35.
08.) Nach Democritus und seinem Schüler Metrodorus, Stob.
s. pag. 582.
08.) Plut. de plac. Phil. II, 11; Diog. Laert. VIII, 77;
t. ad Arat. cap. 5: *Εμπ., κρυσταλλώδη τοῦτον (τὸν οὐρα-
ησιν, ἐκ τοῦ παγετώδους συλλεγέντα;* eben so findet sich nur
krystallartig bei Diog. Laert. VIII, 77 und Galenus,
12 Sturz, Empedocles Agrigent. T. I. p. 321). Lac-
opificio Dei c. 17: „an, si mihi quispiam dixerit *aeneum*
, aut *vitreum*, aut, Empedocles ait, aërem *glaciatum*, sta-
iar, quia coelum ex qua materia sit, ignorem?" Für dies
um giebt es kein auf uns gekommenes frühes hellenisches Zeugniß;
Himmelskörper, die Sonne, wird von Philolaus ein glasarti-
genannt, welcher die Strahlen vom Centralfeuer empfängt und
(Die oben im Text bezeichnete Ansicht des Empedocles von Re-
onnenlichts durch den hagelartig geronnenen Mondkörper
ch erwähnt apud Euseb. Praep. Evangel. I, pag. 24 D
e in orbe Lunae cap. 5.) Wenn in Homer und Pindar der
ος und σιδήρεος heißt: so bezieht sich der Ausdruck, wie in dem
zen und in der ehernen Stimme, nur auf das Feste, Dauernde,
e. (Völcker über homerische Geographie 1830 S. 5).
ύσταλλος, auf den eisartig durchsichtigen Bergkrystall angewandt,
zuerst vor Plinius bei Dionysius Periegetes 781, Aelian.
i Strabo XV pag. 717, Casaub. Die Meinung, daß die Idee
n Himmels als Eisgewölbes (aër glaciatus des Lactantius) mit
durch Bergreisen und den Anblick von Schneebergen wohlbekannten
me der Luftschichten von unten nach oben entstanden sei, wird da-
, daß man sich über der Grenze des eigentlichen Luftkreises den feu-
und die Sterne an sich als warm dachte (Aristot. Meteorol. I,
II, 7 p. 289). — Bei Erwähnung der Himmelstöne (Aristot. de
290): welche „nach den Pythagoreern die Menschen darum nicht
eil sie continuirlich sind, und Töne nur vernommen werden, wenn
chweigen unterbrochen sind"; behauptet Aristoteles sonderbar genug,
ung der Sphären Wärme in der unter ihnen liegenden Luft

ist geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten; Lepsius hält es für die natürlichste Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäischen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren, den ihrigen zugefügt haben." Könnte man aber nicht bei dieser Voraussetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäischen Dodecatomerie? Hätten sie 12 Bilder überkommen, so würden sie doch wohl nicht eines weggeschnitten haben, um es später wieder zuzufügen.

29 (S. 107.) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copisten eingeschobene Stelle des Hipparch s. Letronne, orig. du Zod. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer sehr alten Bekanntschaft der Griechen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer sorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechischen und römischen Alterthums geliefert, in welchen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vorkommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem θηρίον die Rede ist, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Halma T. II. p. 170) hingewiesen. In der letzteren wird die südliche Wage mit dem Beisatz κατὰ Χαλδαίους genannt und den Skorpions-Scheeren entgegengesetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, sondern von den in Syrien und Alexandrien zerstreuten astrologischen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttmann wollte, was wenig wahrscheinlich ist, daß die χηλαί ursprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und später durch ein Mißverständniß in die Scheeren eines Scorpions umgewandelt wurden. (Vergl. Ideler, Unterſuchungen über die aſtronomiſchen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mir immer, bei der Analogie zwischen vielen Namen der 27 Mondhäuser und der Dodecatomerie des Thierkreises, daß unter den gewiß sehr alten indischen Nakschatras (Mondhäusern) sich ebenfalls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

30 (S. 107.) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreiſes im alten Indien in der Zeitſchrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und seine commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holtzmann über den griechiſchen Urſprung des indiſchen Thierkreiſes 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarakoscha und Ramayana angeführten Stellen", heißt es in der letztgenannten Schrift, „sind von unzweifelhafter Auslegung: sie sprechen in den deutlichsten Ausdrücken vom Thierkreise selbst; aber wenn die Werke, in denen sie enthalten, früher verfaßt sind, als die Kunde des griechischen Thierkreises nach Indien gelangen konnte: so ist genau zu unterſuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zusätze sind."

31 (S. 107.) Vergl. Buttmann im Berliner astron. Jahrbuche für

, Olbers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahr= 340 S. 238—251 und Sir John Herschel, revision and re- ment of the Constellations, with special reference to ie Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc. . 201—224 (mit einer sehr genauen Vertheilung der südlichen Sterne er Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen La- Bode über die Einführung seiner Hausfatze und eines Erndte- essier!) klagt Olbers darüber, daß, „um für Friedrichs Ehre am um zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere mußte, als derselbe seit 3000 Jahren eingenommen hatte."

. 107.) Kosmos Bd. III. S. 25 und 35.

. 108.) Nach Democritus und seinem Schüler Metrodorus, Stob. ys. pag. 582.

. 108.) Plut. de plac. Phil. II, 11; Diog. Laert. VIII, 77; Tat. ad Arat. cap. 5: *Εμπ., κρυσταλλώδη τοῦτον (τὸν οὐρα- φησιν. ἐκ τοῦ παγετώδους συλλεγέντα;* eben so findet sich nur id krystallartig bei Diog. Laert. VIII, 77 und Galenus, l. 12 Sturz, Empedocles Agrigent. T. I. p. 321), Lac- le opificio Dei c. 17: „an, si mihi quispiam dixerit *aeneum* m, aut *vitreum*, aut, Empedocles ait, aërem *glaciatum*, sta- ntiar, quia coelum ex qua materia sit, ignorem?" Für dies reum giebt es kein auf uns gekommenes frühes hellenisches Zeugniß; in Himmelskörper, die Sonne, wird von Philolaus ein glasarti- er genannt, welcher die Strahlen vom Centralfeuer empfängt und . (Die oben im Text bezeichnete Ansicht des Empedocles von Re- Sonnenlichts durch den hagelartig geronnenen Mondkörper tarch erwähnt apud Euseb. Praep. Evangel. I, pag. 24 D cie in orbe Lunae cap. 5.) Wenn in Homer und Pindar der *λκεος* und *σιδήρεος* heißt: so bezieht sich der Ausdruck, wie in dem herzen und in der ehernen Stimme, nur auf das Feste, Dauernde, iche. (Völker über homerische Geographie 1830 S. 5). *κρύσταλλος*, auf den eisartig durchsichtigen Bergkrystall angewandt, ohl zuerst vor Plinius bei Dionysius Periegetes 781, Aelian. bei Strabo XV pag. 717, Casaub. Die Meinung, daß die Idee nen Himmels als Eisgewölbes (aër glaciatus des Lactantius) mit n durch Vergreisen und den Anblick von Schneebergen wohlbekannten ahme der Luftschichten von unten nach oben entstanden sei, wird da- egt, daß man sich über der Grenze des eigentlichen Luftkreises den feu- er und die Sterne an sich als warm dachte (Aristot. Meteorol. I, o II, 7 p. 289). — Bei Erwähnung der Himmelstöne (Aristot. de p. 290): welche „nach den Pythagoreern die Menschen darum nicht weil sie continuirlich sind, und Töne nur vernommen werden, wenn llschweigen unterbrochen sind"; behauptet Aristoteles sonderbar genug, egung der Sphären Wärme in der unter ihnen liegenden Luft

erzeugt, ohne sich selbst zu erhitzen. Ihre Schwingungen bringen Wärme, keine Töne hervor. „Die Bewegung der Fixstern-Sphäre ist die schnellste (Aristot. de Coelo II, 10 p. 291); während diese Sphäre und die an sie gehefteten Körper im Kreise sich herumschwingen, wird immer der zunächst unten liegende Raum durch die Sphären-Bewegung in Hitze gebracht, und es erzeugt sich die bis zur Erdoberfläche herab verbreitete Wärme" (Meteorol. I, 3 p. 340). Auffallend ist es mir immer gewesen, daß der Stagirite stets das Wort Krystallhimmel vermeidet, da der Ausdruck: angeheftete Sterne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, dessen er sich bedient, doch auf den allgemeinen Begriff fester Sphären hindeutet, ohne aber die Art der Materie zu specificiren. Cicero selbst läßt sich über diese auch nicht vernehmen, aber in seinem Commentator Macrobius (in Cic. somnium Scipionis I c. 20 pag. 99 ed. Bip.) findet man Spuren freierer Ideen über die mit der Höhe abnehmende Wärme. Nach ihm sind die äußersten Zonen des Himmels von ewiger Kälte heimgesucht. „Ita enim non solum terram sed ipsum quoque coelum, quod vere mundus vocatur, temperari a sole certissimum est, ut extremitates ejus, quae a via solis longissime recesserunt, omni careant beneficio caloris et una frigoris perpetuitate torpescant." Diese extremitates coeli, in welche der Bischof von Hippo (Augustinus, ed. Antv. 1700, I. p. 102 und III. p. 99) eine Region eiskalter Wasser, dem obersten und darum kältesten aller Planeten, Saturn, nahe, verlegte, sind immer noch der eigentliche Luftkreis; denn höher über dieser äußersten Grenze liegt erst, nach einer etwas früheren Aussage des Macrobius (I. cap. 19 pag. 93), der feurige Aether: welcher, räthselhaft genug, jener ewigen Kälte nicht hinderlich ist. „Stellae, supra coelum locatae, in ipso purissimo aethere sunt, in quo omne, quidquid est, lux naturalis et sua est (der Sitz selbstleuchtender Gestirne), quae tota cum igne suo ita sphaerae solis incumbit, ut coeli zonae, quae procul a sole sunt, perpetuo frigore oppressae sint." Wenn ich hier den physikalischen und meteorologischen Ideenzusammenhang bei Griechen und Römern so umständlich entwickle, so geschieht es nur, weil diese Gegenstände außer den Arbeiten von Ukert, Henri Martin und dem vortrefflichen Fragmente der Meteorologia veterum von Julius Ideler bisher so unvollständig und meist ungründlich behandelt worden sind.

35 (S. 108.) Daß das Feuer die Kraft habe erstarren zu machen (Aristot. Probl. XIV, 11), daß die Eisbildung selbst durch Wärme befördert wird: sind tief eingewurzelte Meinungen in der Physik der Alten, die auf einer spielenden Theorie der Gegensätze (antiperistasis), auf dunklen Begriffen der Polarität (auf einem Hervorrufen entgegengesetzter Qualitäten oder Zustände) beruhen (Kosmos Bd. III. S. 10 und 19). Hagel entsteht in um so größerer Masse, als die Luftschichten erwärmter sind (Aristot. Meteor. I, 12). Beim Winter-Fischfang an der Küste des Pontus wird warmes Wasser angewandt, *damit in der Nähe des eingepflanzten Rohres das Eis sich vermehre* (Alex. *Aphrodis. fol. 86* und Plut. de primo frigido cap. 12).

36 *(S. 109.)* Kepler sagt ausdrücklich in Stella Martis fol. 9:

solidos orbes rejeci; in der Stella nova 1606 cap. 2 p. 8: planetae in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus suos conficiunt. (Vergl. auch p. 122.) Früher war er aber der Meinung von einem festen, eisigen Himmelsgewölbe (orbis ex aqua factus gelu concreta propter solis absentiam) zugethan (Kepler, Epit. Astr. Copern. I, 2 p. 51). Schon volle 2000 Jahre vor Kepler behauptete Empedocles, daß die Fixsterne am Krystallhimmel angeheftet, „die Planeten aber frei und losgelassen seien (*τοὺς δὲ πλανήτας ἀνειῶθαι*)." (Plut. plac. Phil. II, 13; Emped. I. p. 335, Sturz; Euseb. Praep. evang. XV, 30, Col. 1688 p. 839.) Wie nach Plato im Timäus (nicht nach Aristoteles) die an feste Sphären geheftеten Fixsterne einzeln rotirend gedacht werden sollen, ist schwer zu begreifen (Tim. p. 40 B).

37 (S. 109.) Kosmos Bd. II. S. 218 und 326.

38 (S. 109.) Kosmos Bd. III. S. 44 und 72.

39 (S. 109.) „Les principales causes de la vue indistincte sont: aberration de sphéricité de l'oeil, diffraction sur les bords de la pupille, communication d'irritabilité à des points voisins sur la rétine. La vue confuse est celle où le foyer ne tombe pas exactement sur la rétine, mais tombe au devant ou derrière la rétine. Les queues des étoiles sont l'effet de la vision indistincte autant qu'elle dépend de la constitution du cristallin. D'après un très ancien mémoire de Hassenfratz (1809) „les queues au nombre de 4 ou 8 qu'offrent les étoiles ou une bougie vue à 25 mètres de distance, sont les caustiques du cristallin formées par l'intersection des rayons réfractés." Ces caustiques se meuvent à mesure que nous inclinons la tête. — La propriété de la lunette de terminer l'image fait qu'elle concentre dans un petit espace la lumière qui sans cela en aurait occupé un plus grand. Cela est vrai pour les étoiles fixes et pour les disques des planètes. La lumière des étoiles qui n'ont pas de disques réels, conserve la même intensité, quel que soit le grossissement. Le fond de l'air duquel se détache l'étoile dans la lunette, devient plus noir par le grossissement, qui dilate les molécules de l'air qu'embrasse le champ de la lunette. Les planètes à vrais disques deviennent elles-mêmes plus pâles par cet effet de dilatation. — Quand la peinture focale est nette, quand les rayons partis d'*un point* de l'objet se sont concentrés en *un seul point* dans l'image, l'oculaire donne des résultats satisfaisants. Si au contraire les rayons émanés d'un point ne se réunissent pas au foyer en un seul point, s'ils y forment *un petit cercle*, les images de deux points contigus de l'objet empiètent nécessairement l'une sur l'autre; leurs rayons se confondent. Cette confusion la lentille oculaire ne saurait la faire disparaître. L'office qu'elle remplit exclusivement, c'est de grossir; elle grossit tout ce qui est dans l'image, les défauts comme le reste. Les étoiles n'ayant pas de diamètres angulaires sensibles, ceux qu'elles conservent toujours, tiennent pour la plus grande partie au manque de perfection des instrumens (à la courbure moins *régulière donnée* aux deux faces de la lentille objective) et à

quelques défauts et aberrations de notre oeil. Plus une étoile semble petite, tout étant égal quant au diamètre de l'objectif, au grossissement employé et à l'éclat de l'étoile observée: et plus la lunette a de perfection. Or le meilleur moyen de juger si les étoiles sont très petites, si des points sont représentés au foyer par de simples points, c'est evidemment de viser à des étoiles excessivement rapprochées entr'elles et de voir si dans les étoiles doubles connues les images se confondent, si elles empiètent l'une sur l'autre, ou bien si on les aperçoit bien nettement séparées." (Arago, Handschr. von 1834 und 1847.)

40 (S. 109.) Hassenfratz sur les rayons divergens des Étoiles in Delamétherie, Journal de Physique T. LXIX. 1809 p. 324.

41 (S. 110.) Horapollinis Nilοi Hieroglyphica ed. Conr. Leemans 1835 cap. 13 p. 20. Der gelehrte Herausgeber (Leemans) erinnert aber gegen Jomard (Descr. de l'Égypte T. VII. p. 423), daß der Stern als Zahlzeichen 5 bisher auf den Monumenten und Papyrusrollen noch nicht gefunden worden ist. (Horap. p. 194.)

42 (S. 110.) Auf spanischen Schiffen in der Südsee habe ich bei Matrosen den Glauben gefunden, daß man vor dem ersten Viertel das Alter des Mondes bestimmen könne, wenn man die Mondscheibe durch ein seidenes Gewebe betrachte und die Vervielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der Diffraction durch feine Spalten.

43 (S. 110.) Outlines § 816. Arago hat den falschen Durchmesser des Aldebaran im Fernrohr von 4" bis 15" wachsen machen, indem er das Objectiv verengte.

44 (S. 110.) Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. I. p. 193; Arago, Annuaire 1842 p. 366.

45 (S. 111.) „Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope"; outlines § 837. Vergl. auch Sir John Herschel, Capreise p. 29 und Arago im Annuaire pour 1834 p. 302—305. Unter den planetarischen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtstärke eines stark vergrößernden optischen Instruments dienen: der 1te und 4te, von Lassell und Otto Struve 1847 wieder gesehene Uranus-Trabant; die beiden innersten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Bond's Hyperion); der von Lassell aufgefundene Neptunsmond. Das Eindringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer beredten Stelle zum Lobe Galileis, dem er irrigerweise die Erfindung der Fernröhre zuschreibt, diese mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menschen in einen unbekannten Ocean leiten, „ut propiora exercere possint cum coelestibus commercia"; Works of Francis Bacon 1740 Vol. I. Novum Organon p. 361.

46 (S. 111.) „Der Ausdruck ὑπόκιδρος, dessen sich Ptolemäus in seinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet *einen geringen Grad* des Ueberganges von feuergelb in feuerroth; er bedeutet *also, genau* zu sprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixsternen

scheint er im allgemeinen (Almag. VIII. 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κυρρός ist nach Galenus (Methodus medendi 12) ein blasses Feuerroth, das in Gelb spielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus: was nach Servius so viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derselbe zu den Sternen gehört, welche im Almagest ὑπόκιρροι genannt werden, so bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrschen oder wenigstens einen gewissen Antheil rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus übersetzt worden sei, ist irrig. Cicero sagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus ille Canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine ist nicht Uebersetzung des ποικίλος, sondern ein Zusatz des freien Uebersetzers." (Aus Briefen des Herrn Professor Franz an mich.) „Si un substituant *rutilus*," sagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), „au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius."

47 (S. 111.) Cleom. Cyclica Theoria I, 11 p. 59.

48 (S. 111.) Mädler, Astronomie 1849 S. 391.

49 (S. 111.) Sir John Herschel im Edinb. Review. Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. astr. Nachr. 1839 No. 372: „It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years so vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of *cosmical cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant." Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 350—353.)

50 (S. 112.) In Muhamedis Alfragani Chronologica et Astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: „stella ruffa in Tauro Aldebaran; stella ruffa *in Geminis* quae appellatur *Hajok*, hoc est Capra". Alhajoc, Aijuk sind aber im arabisch-lateinischen Almagest die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt dazu mit Recht: daß Ptolemäus in dem ächten, durch Styl und alte Zeugnisse bewährten, astrologischen Werke (τετράβιβλος σύνταξις nach Aehnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und so Capella mit Martis stella, quae urit sicut congruit igneo ipsius colori, mit Aurigae stella verbindet. (Vergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551 p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I. Pars I. lib. VI cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen. [S. den Zusatz am Schlusse dieses Bandes.]

51 (S. 112.) S. die Chronologie der Aegypter von Richard Lepsius Bd. I. 1849 S. 190—195 und 213. Die vollständige Einrichtung des

hinzuweisen scheint." Er ist übrigens am meisten geneigt, „Σείριος von dem vedischen Worte sira (davon ein Adjectivum sairya) und der Wurzel sri, gehen, wandeln, abzuleiten: so daß die Sonne und der hellste der Sterne, Sirius, ursprünglich Wandelstern hießen." Vergl. auch Pott, etymologische Forschungen 1833 S. 130.)

53 (S. 112.) Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae 1837 p. LXXIV und LXXXIII.

54 (S. 113.) Sir John Herschel, Capreise p. 34.

55 (S. 113.) Mädler, Astronomie S. 436.

56 (S. 113.) Kosmos Bd. II. S. 227 und 332 Anm. 63.

57 (S. 113.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 348.

58 (S. 113.) Struve, Stellae compos. p. LXXXII.

59 (S. 113.) Sir John Herschel, Capreise p. 17 und 102 (Nebulae and Clusters No. 3435).

60 (S. 113.) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 55.

61 (S. 113.) Julii Firmici Materni Astron. libri VIII, Basil. 1551, lib. VI cap. 1 p. 150.

62 (S. 114.) Lepsius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 143. „Im hebräischen Texte werden genannt: Asch, der Riese (Orion?), das Vielgestirn (die Plejaden, Gemut?) und die Kammern des Südens. Die Siebzig übersetzen: ὁ ποιῶν Πλειάδα καὶ Ἕσπερον καὶ Ἀρκτοῦρον καὶ ταμεῖα νότου."

63 (S. 114.) Ideler, Sternnamen S. 295.

64 (S. 114.) Martianus Capella verwandelt das Ptolomaeon in Ptolomaeus; beide Namen waren von den Schmeichlern am ägyptischen Königshofe ersonnen. Amerigo Vespucci glaubt drei Canopen gesehen zu haben, deren einer ganz dunkel (fosco) war; „Canopus ingens et niger", sagt die lateinische Uebersetzung: gewiß einer der schwarzen Kohlensäcke (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. V. p. 227—229.) In den oben angeführten elem. Chronol. et Astron. von El-Fergani (p. 100) wird erzählt, daß die christlichen Pilgrime den Sohel der Araber (Canopus) den Stern der heil. Catharina zu nennen pflegen: weil sie die Freude haben ihn zu sehen und als Leitstern zu bewundern, wenn sie von Gaza nach dem Berg Sinai wandern. In einer schönen Episode des ältesten Heldengedichts der indischen Vorzeit, des Ramayana, werden die dem Südpol näheren Gestirne aus einem sonderbaren Grunde für neuer geschaffen erklärt denn die nördlicheren. Als nämlich die von Nordwesten in die Ganges-Länder eingewanderten brahmanischen Indier von dem 30ten Grade nördl. Breite an weiter in die Tropenländer vordrangen und dort die Urbewohner unterjochten, sahen sie, gegen Ceylon vorschreitend, ihnen unbekannte Gestirne am Horizonte aufsteigen. Nach alter Sitte vereinigten sie dieselben zu neuen Sternbildern. Eine kühne Dichtung ließ die *spätererblickten Gestirne* später erschaffen werden durch die Wunderkraft des *Visvamitra*. Dieser bedrohte „die alten Götter, mit seiner sternreicheren südlichen

die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallautes wie in τεῖρος und τέρος oder τέρας hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältnisse der Stammwörter σεὶρ und θερ, θέρος dient nicht nur die Anwendung von θερείτατος bei Aratus v. 149 (Ideler, Sternnamen S. 241); sondern auch der spätere Gebrauch der aus σεὶρ abgeleiteten Formen σειρὸς, σείριος, σειρινός, heiß, brennend. Es ist nämlich bezeichnend, daß σειρὰ oder σειρινὰ ἱμάτια eben so gesagt wird wie θερινὰ ἱμάτια leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber sollte die Anwendung der Form σείριος werden; sie bildete das Beiwort aller Gestirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne σείριος ἀστὴρ und Ibycus die Gestirne überhaupt σείρια, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: πολλοὺς μὲν αὐτοῦ σείριος καταυανεῖ ὀξὺς ἐλλάμπων die Sonne wirklich gemeint ist, läßt sich nicht bezweifeln. Nach Hesychius und Suidas bedeutet allerdings Σείριος Sonne und Hundsstern zugleich; aber daß die Stelle des Hesiodus (Opera et Dies v. 417), wie Tzetzes und Proclus wollen, sich auf die Sonne und nicht auf den Hundsstern beziehe, ist mir eben so gewiß als dem neuen Herausgeber des Theon aus Smyrna, Herrn Martin. Von dem Adjectivum σείριος, welches sich als epitheton perpetuum des Hundsternes selbst festgesetzt hat, kommt das Verbum σειριᾷν, das durch funkeln übersetzt werden kann. Aratus v. 331 sagt vom Sirius: ὀξέα σειριάει, er funkelt scharf. Eine ganz andere Etymologie hat das allein stehende Wort Σειρήν, die Sirene; und Ihre Vermuthung, daß es wohl nur eine zufällige Klang-Aehnlichkeit mit dem Leuchtstern Sirius habe, ist vollkommen begründet. Ganz irrig ist die Meinung derer, welche nach Theon Smyrnäus (liber de Astronomia 1850 p. 202) Σειρὴν von σειριάζειν (einer übrigens auch unbeglaubigten Form für σειριᾷν) ableiten. Während daß in σείριος die Bewegung der Hitze und des Leuchtens zum Ausdruck kommt, liegt dem Worte Σειρὴν eine Wurzel zum Grunde, welche den fließenden Ton des Naturphänomens darstellt. Es ist mir nämlich wahrscheinlich, daß Σειρὴν mit εἴρειν (Plato, Cratyl. 389 D τὸ γὰρ εἴρειν λέγειν ἐστί zusammenhängt, dessen ursprünglich scharfer Hauch in den Zischlaut überging." (Aus Briefen des Prof. Franz an mich, Januar 1850.)

Das griechische Σείρ, die Sonne, läßt sich nach Bopp „leicht mit dem Sanskritworte svar vermitteln: das freilich nicht die Sonne, sondern den Himmel (als etwas glänzendes) bedeutet. Die gewöhnliche Sanskrit-Benennung der Sonne ist sûrya, eine Zusammenziehung von svârya, das nicht vorkommt. Die Wurzel svar bedeutet im allgemeinen glänzen, leuchten. Die zendische Benennung der Sonne ist hvare, mit h für s. Das griechische θερ, θέρος und θερμός kommt von dem Sanskritworte gharma (Nom. gharmas), Wärme, Hitze, her."

Der scharfsinnige Herausgeber des Rigveda, Max Müller, bemerkt, daß „der indische astronomische Name des Hundssternes vorzugsweise lubdhaka ist, welches Jäger bedeutet: eine Bezeichnung, die, wenn man an den nahen Orion denkt, auf eine uralte gemeinschaftliche arische Anschauung dieser Sterngrupp

78 (S. 118.) Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. I. p. 697.

79 (S. 118.) Die erste und einzige ganz vollständige Beschreibung der Milchstraße in beiden Hemisphären verdanken wir Sir John Herschel in der Capreise (results of Astronomical Observations made during the years 1834—1838, at the Cape of Good Hope) § 316—335 und noch neuer in den outlines of Astr. § 787—799. In dem ganzen Abschnitt des Kosmos, welcher der Richtung, der Verzweigung und dem so verschiedenartigen Inhalte der Milchstraße gewidmet ist, bin ich allein dem obengenannten Astronomen und Physiker gefolgt. (Vergl. auch Struve, études d'Astr. stellaire p. 35—79; Mädler, Astr. 1849 § 213; Kosmos Bd. I. S. 70, 97 und 193.) Es bedarf hier wohl kaum der Bemerkung, daß, um nicht dem Sicheren Unsicheres beizumengen, ich in der Beschreibung der Milchstraße nichts von dem benutzt habe, was ich, mit lichtschwachen Instrumenten ausgerüstet, über das so ungleichartige Licht der ganzen Zone während meines langen Aufenthalts in der südlichen Hemisphäre in Tagebüchern niedergeschrieben hatte.

80 (S. 118.) Die Vergleichung der getheilten Milchstraße mit einem Himmelsflusse hat die Araber veranlaßt Theile der Constellation des Schützen, dessen Bogen in eine sternreiche Region derselben fällt, das zur Tränke gehende Vieh zu nennen: ja den so wenig des Wassers bedürftigen Strauß darin zu finden. (Ideler, Untersuchung über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen S. 78, 183 und 187; Niebuhr, Beschreibung von Arabien S. 112.)

81 (S. 119.) Outlines p. 529; Schubert, Astronomie Th. III. S. 71.

82 (S. 119.) Struve, études d'Astr. stellaire p. 41.

83 (S. 119) Kosmos Bd. I. S. 97 und 255 Anm. 79.

84 (S. 119.) „Stars standing on a clear black ground (Capreise p. 391). This remarkable belt (the milky way, when examined through powerful telescopes) is found (wonderful to relate!) *to consist entirely of stars scattered by millions*, like glittering dust, on the *black ground* of the general heavens." (Outlines p. 182, 537 und 539.)

85 (S. 119.) „*Globular clusters*, except in one region of small extent (between 16^h 45′, and 19^h in RA.), and *nebulae of regular elliptic forms* are comparatively rare in the Milky Way, and are found congregated in the greatest abundance in a part of the heavens the most remote possible from that circle." Outlines p. 614. Schon Huygens war seit 1656 auf den Mangel alles Nebels und aller Nebelflecke in der Milchstraße aufmerksam. In derselben Stelle, in welcher er die erste Entdeckung und Abbildung des großen Nebelfleckes in dem Gürtel des Orion durch einen 28füßigen *Refractor (1656)* erwähnt, sagt er (wie ich schon oben im 2ten Bande des Kosmos *S. 332 bemerkt*): viam lacteam perspicillis inspectam nullas habere *nebulas; die Milchstraße sei wie alles*, was man für Nebelsterne halte, ein

großer Sternhaufen. Die Stelle ist abgedruckt in Hugenii Opera varia 1724 p. 540.

86 (S. 119.) Capreise § 105, 107 und 328. Ueber den Nebelring No. 3686 f. p. 114.

87 (S. 120.) „Intervals absolutely dark *and completely void of any star* of the smallest telescopic magnitude." Outlines p. 536.

88 (S. 120.) „No region of the heavens is fuller of objects, beautiful and remarkable in themselves, and rendered still more so by their mode of association and by the peculiar features assumed by the Milky Way, which are without a parallel in any other part of its course." (Capreise p. 386.) Dieser so lebendige Ausspruch von Sir John Herschel stimmt ganz mit den Eindrücken überein, die ich selbst empfangen. Cap. Jacob (Bombay Engineer) sagt von der Licht-Intensität der Milchstraße in der Nähe des südlichen Kreuzes mit treffender Wahrheit: „such is the general blaze of starlight near the Cross from that part of the sky, that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon." S. Piazzi Smyth on the Orbit of α Cent. in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. p. 445.

89 (S. 121.) Outlines § 789 und 791, Capreise § 325.

90 (S. 121.) Almagest lib. VIII cap. 2 (T. II. p. 84 und 90 Halma). Die Beschreibung des Ptolemäus ist in einzelnen Theilen vortrefflich, besonders verglichen mit der Behandlung der Milchstraße in Aristot. Meteorol. lib. I p. 29 und 34 nach Ideler's Ausgabe.

91 (S. 122.) Outlines p. 531. Auch zwischen α und γ der Cassiopea ist ein auffallend dunkler Flecken dem Contraste der leuchtenden Umgebung zugeschrieben; s. Struve, études stellaires note 58.

92 (S. 122.) Einen Auszug aus dem so seltenen Werke des Thomas Wright von Durham (Theory of the Universe, London 1750) hat Morgan gegeben in dem Philos. Magazine Ser. III. No. 32 p. 241. Thomas Wright, auf dessen Bestrebungen Kant's und William Herschel's sinnreiche Speculationen über die Gestaltung unserer Sternschicht die Aufmerksamkeit der Astronomen seit dem Anfang dieses Jahrhunderts so bleibend geheftet haben, beobachtete selbst nur mit einem Reflector von 1 Fuß Focallänge.

93 (S. 122.) Pfaff in Will. Herschel's sämmtl. Schriften Bd. I. (1826) S. 78—81; Struve, études stell. p. 35—44.

94 (S. 122.) Encke in Schumacher's astr. Nachr. No. 622 (1847) S. 341—346.

95 (S. 123.) Outlines p. 536. Auf der nächstfolgenden Seite heißt es über denselben Gegenstand: „In such cases it is equally impossible not to perceive that we are looking *through* a sheet of stars of no great thickness *compared with the distance* which separates them from us."

96 (S. 123.) Struve, études stell. p. 63. Bisweilen erreichen die

einem einzelnen Beispiele verweilend, die Lebendigkeit des Eindrucks zu schildern, welchen der Anblick eines neuen Sternes hervorbringt. Als ich, sagt Tycho Brahe, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich (ut aulicae vitae fastidium lenirem) in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern eben so sähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk" die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam machten: „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Cometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte".

„Den neuen Stern", fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Fixsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich setzen, wenn sie der Erde am nächsten steht (wo dann nur ihr vierter Theil erleuchtet ist). Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke (nubes non admodum densas) gesehen. Abstände von anderen nahen Sternen der Cassiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgesetzte photometrische Schätzungen gaben: für Februar und März Gleichheit mit Sternen erster Ordnung (stellarum affixarum primi honoris; denn Tycho scheint den Ausdruck des Manilius, stellae fixae, nie gebrauchen zu wollen); für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2ter, für Julius und August 3ter, für October und November 4ter Größe. Gegen den Monat November war der *neue Stern nicht* heller als der 11te im unteren Theil der Stuhllehne der Cassiopea. Der Uebergang zur 5ten und 6ten Größe fand vom December 1573 bis Februar 1574 statt. Im folgenden Monat

verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, spurlos für das bloße Auge." (Das Fernrohr wurde erst 37 Jahre später erfunden.)

Der allmälige Verlust der Leuchtkraft des Sternes war dazu überaus regelmäßig, ohne (wie bei η Argûs, einem freilich nicht neu zu nennenden Sterne, in unseren Tagen der Fall ist) durch mehrmalige Perioden des Wieder-Aufloderns, durch eine Wiedervermehrung der Lichtstärke, unterbrochen zu werden. Wie die Helligkeit, so veränderte sich auch die Farbe: was später zu vielen irrigen Schlüssen über die Geschwindigkeit farbiger Strahlen auf ihrem Wege durch die Welträume Anlaß gegeben hat. Bei seinem ersten Erscheinen, so lange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er 2 Monate lang weiß; dann ging er durch die gelbe Farbe in die rothe über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn fast mit der rechten Schulter des Orion (mit Beteigeuze) vergleichbar. Am meisten glich seine Farbe der rothen Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, besonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück (albedinem quandam sublividam induebat, qualis Saturni stellae subesse videtur). So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübten Weiße und im Verhältniß zur Lichtschwäche auffallend stark funkelnd, bis zum allmäligen völligen Verschwinden im Monat März 1574.

Die Umständlichkeit dieser Angaben[1] beweist schon den Einfluß, welchen das Naturphänomen in einer für die Astronomie so glänzenden Epoche auf Anregung der wichtigsten Fragen ausüben mußte. Da (trotz der oben geschilderten allgemeinen Seltenheit der neuen Sterne) Erscheinungen derselben Art sich, zufällig in den kurzen Zeitraum von 32 Jahren zusammengedrängt, für europäische Astronomen dreimal wiederholten, so wurde die Anregung um so lebhafter. Man erkannte mehr und mehr die Wichtigkeit der Sterncataloge, um der Neuheit des auflodernden Gestirns gewiß zu sein; man discutirte die Periodicität[2] (das Wiedererscheinen nach vielen Jahrhunderten): ja Tycho stellte kühn eine Theorie über die Bildungs- und Gestaltungs-Processe der Sterne aus kosmischem Nebel auf, welche viel Analogie mit der des großen William Herschel hat. Er glaubt, daß der dunstförmige, in seiner Verdichtung leuchtende Himmelsstoff sich zu Fixsternen balle: Caeli materiam tenuissimam, ubique nostro visui et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum condensatam, stellam effingere. Dieser überall verbreitete Himmelsstoff habe schon eine gewisse Verdichtung in der Milchstraße, die in einem milden Silberlichte aufdämmere. Deshalb stehe der neue Stern, wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 auflohderten, am Rande der Milchstraße selbst (quo factum est quod nova stella in ipso

Galaxiae margine constiterit); man glaube sogar noch die Stelle (die Oeffnung, hiatus) zu erkennen, wo der neblige Himmelsstoff der Milchstraße entzogen worden sei.[3] Alles dies erinnert an den Uebergang des kosmischen Nebels in Sternschwärme, an die haufenbildende Kraft, an die Concentration zu einem Centralkern; an die Hypothesen über die stufenweise Entwickelung des Starren aus dem dunstförmig Flüssigen, welche im Anfange des 19ten Jahrhunderts zur Geltung kamen, jetzt aber, nach ewig wechselnden Schwankungen in der Gedankenwelt, vielfach neuem Zweifel unterworfen werden.

Zu den neu erschienenen kurzzeitigen Sternen (temporary stars) kann man mit ungleicher Gewißheit folgende rechnen, die ich nach den Epochen des ersten Aufloderns geordnet habe:

a) 134 vor Chr. im Scorpion,
b) 123 nach Chr. im Ophiuchus,
c) 173 im Centaur,
d) 369 ?
e) 386 im Schützen,
f) 389 im Adler,
g) 393 im Scorpion,
h) 827 ? im Scorpion,
i) 945 zwischen Cepheus und Cassiopea,
k) 1012 im Widder,
l) 1203 im Scorpion,
m) 1230 im Ophiuchus,
n) 1264 zwischen Cepheus und Cassiopea,
o) 1572 in der Cassiopea,
p) 1578,
q) 1584 im Scorpion,
r) 1600 im Schwan,
s) 1604 im Ophiuchus,
t) 1609,
u) 1670 im Fuchs,
v) 1848 im Ophiuchus.

Erläuterungen:

a) Erste Erscheinung, Julius 134 vor dem Anfang unserer Zeitrechnung: aus chinesischen Verzeichnissen des Ma-tuan-lin, deren Bearbeitung wir dem Sprachgelehrten Eduard Biot verdanken (Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 61); zwischen β und ρ des Scorpions. Unter den außerordentlichen, fremdartig aussehenden Gestirnen dieser Verzeichnisse, welche auch Gast-Sterne (étoiles hôtes, ke-sing, gleichsam Fremdlinge von sonderbarer Physiognomie) genannt und von den mit Schweifen versehenen *Cometen durch* die Beobachter selbst gesondert worden sind, finden sich allerdings *unbewegliche neue* Sterne mit einigen ungeschwänzten fortschreitenden Cometen

vermischt: aber in der Angabe der Bewegung (Ke-sing von 1092, 1181 und 1458) und in der Nicht-Angabe der Bewegung, wie in dem gelegentlichen Zusatz: „der Ke-sing löste sich auf" (und verschwand), liegt ein wichtiges, wenn gleich nicht untrügliches Criterium. Auch ist wohl hier an das so schwache, nie funkelnde, mildstrahlende Licht des Kopfs aller geschweiften und ungeschweiften Cometen zu erinnern, während die Licht-Intensität der chinesischen sogenannten außerordentlichen (fremdartigen) Sterne mit der der Venus verglichen wird: was auf die Cometennatur überhaupt und insbesondere auf die der ungeschweiften Cometen gar nicht paßt. Der unter der alten Dynastie Han (134 vor Chr.) erschienene Stern könnte, wie Sir John Herschel bemerkt, der neue Stern des Hipparch sein, welcher nach der Aussage des Plinius ihn zu seinem Sternverzeichniß veranlaßt haben soll. Delambre nennt die Angabe zweimal eine Fabel, „une historiette" (Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 186). Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Aussage (Almag. VII, 2 p. 13 Halma) Hipparchs Verzeichniß an das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung geknüpft ist und Hipparch (wie ich schon an einem anderen Orte gesagt) in Rhodos und vielleicht auch in Alexandrien zwischen den J. 162 und 127 vor Chr. beobachtete, so steht der Conjectur nichts entgegen; es ist sehr denkbar, daß der große Astronom von Nicäa viel früher beobachtete, ehe er auf den Vorsatz geleitet wurde einen wirklichen Catalog anzufertigen. Des Plinius Ausdruck „suo aevo genita" bezieht sich auf die ganze Lebenszeit. Als der Tychonische Stern 1572 erschien, wurde viel über die Frage gestritten, ob Hipparchs Stern zu den neuen Sternen oder zu den Cometen ohne Schweif gerechnet werden sollte. Tycho war der ersten Meinung (Progymn. p. 319—325). Die Worte „ejusque *motu* ad dubitationem adductus" könnten allerdingsa uf einen schwach- oder ungeschweiften Cometen leiten, aber die rhetorische Sprache des Plinius erlaubt jegliche Unbestimmtheit des Ausdrucks.

b) Eine chinesische Angabe: im December 123 nach dem Anfang unserer Zeitrechnung zwischen α Herc. und α Ophiuchi; Ed. Biot aus Ma-tuan-lin. (Auch unter Hadrian um das Jahr 130 soll ein neuer Stern erschienen sein.)

c) Ein sonderbarer, sehr großer Stern: wieder aus dem Ma-tuan-lin, wie die nächstfolgenden drei. Es erschien derselbe am 10 Dec. 173 zwischen α und β des Centauren, und verschwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt. Eduard Biot sagt in seiner Uebersetzung successivement. Ein solcher Ausdruck würde fast auf eine Reihe von Färbungen wie im oben beschriebenen Tychonischen neuen Sterne leiten; aber Sir John Herschel hält ihn richtiger für die Bezeichnung eines farbigen Funkelns (outlines p. 540): wie Arago einen fast ähnlichen Ausdruck Kepler's, für den neuen Stern 1604) im Schlangenträger gebraucht, auf gleiche Weise deutet (Annuaire pour 1842 p. 347).

d) Dauer des Leuchtens vom März bis August im Jahr 369.

e) Zwischen λ und φ des Schützen. Im chinesischen Verzeichniß ist diesesmal noch ausdrücklich bemerkt, „wo der Stern verblieb (d. h. ohne Bewegung) von April bis Julius 386".

f) Ein neuer Stern nahe bei α des Adlers, auflodernd mit der Helligkeit der Venus zur Zeit des Kaisers Honorius im Jahr 389: wie Cuspinianus, der ihn selbst gesehen, erzählt. Er verschwand spurlos drei Wochen später. 4

g) März 393, wieder im Scorpion und zwar im Schwanze dieses Gestirns; aus Ma-tuan-lin's Verzeichniß.

h) Das Jahr 827 ist zweifelhaft; sicherer ist die Epoche der ersten Hälfte des 9ten Jahrhunderts, in welcher unter der Regierung des Chalifen Al-Mamun die beiden berühmten arabischen Astronomen Haly und Giafar Ben-Mohammed Albumazar zu Babylon einen neuen Stern beobachteten, „dessen Licht dem des Mondes in seinen Vierteln geglichen" haben soll! Diese Naturbegebenheit fand wieder statt im Scorpion. Der Stern verschwand schon nach einem Zeitraum von vier Monaten.

i) Die Erscheinung dieses Sternes, welcher unter dem Kaiser Otto dem Großen im Jahr 945 aufgestrahlt sein soll, wie die des Sternes von 1264, beruhen auf dem alleinigen Zeugniß des böhmischen Astronomen Cyprianus Leovitius: der seine Nachrichten aus einer handschriftlichen Chronik geschöpft zu haben versichert und der darauf aufmerksam macht, daß beide Erscheinungen (in den J. 945 und 1264) zwischen den Constellationen des Cepheus und der Cassiopea, der Milchstraße ganz nahe, eben da statt gefunden haben, wo 1572 der Tychonische Stern erschien. Tycho Progymn. p. 331 und 709) vertheidigt die Glaubwürdigkeit des Cyprianus Leovitius gegen Pontanus und Camerarius, welche eine Verwechselung mit langgeschweiften Cometen vermutheten.

k) Nach dem Zeugniß des Mönchs von St. Gallen Hepidannus (der im J. 1088 starb und dessen Annalen vom Jahre 709 bis 1044 nach Chr. gehen) wurde 1012 am südlichsten Himmel im Zeichen des Widders vom Ende des Monats Mai an drei Monate lang ein neuer Stern von ungewöhnlicher Größe und einem Glanze, der die Augen blendete (oculos verberans), gesehen. Er schien auf wunderbare Weise bald größer, bald kleiner; zuweilen sah man ihn auch gar nicht. „Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculos verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus Austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo." (S. Hepidanni annales breves in Duchesne, Historiae Francorum Scriptores T. III. 1641 p. 477; vergl. auch Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 201.) Der, von Duchesne und Goldast benutzten Handschrift, welche die Erscheinung unter das Jahr 1012 stellt, hat jedoch die neuere historische Kritik eine andere Handschrift vorgezogen, welche viele Abweichungen in den Jahrzahlen gegen jene, namentlich um 6 Jahre rückwärts, zeigt. Sie setzt die Erscheinung des Sternes in das Jahr 1006 (s. Annales Sangallenses majores in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 *p. 81*). Auch die Autorschaft des Hepidannus ist durch die neuen Forschungen *zweifelhaft* geworden. Jenes sonderbare Phänomen der Veränderlichkeit *nennt Chladni* den Brand und die Zerstörung eines Fixsternes. Sind (s-

ices of the Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 156) vermuthet, daß der Stern des Hepidannus identisch sei mit einem neuen Stern, welchen Ma-tuan-lin in China im Februar 1011 im Schützen zwischen σ und φ gesehen verzeichnet. Aber dann müßte sich Ma-tuan-lin nicht bloß in dem Jahr, sondern auch in der Angabe der Constellation geirrt haben, in welcher der Stern erschien.

l) Ende Julius 1203 im Schwanz des Scorpions. Nach dem chinesischen Verzeichniß „ein neuer Stern von weiß-bläulicher Farbe ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich". (Eduard Biot in der Connaissance des temps pour 1846 p. 68.)

m) Wieder eine chinesische Beobachtung aus Ma-tuan-lin: dessen astronomische Verzeichnisse, mit genauer Angabe der Position der Cometen und Fixsterne, bis 613 Jahre vor Chr., also bis zu den Zeiten des Thales und der Expedition des Coläus von Samos, hinaufsteigen. Der neue Stern erschien Mitte Decembers 1230 zwischen Ophiuchus und der Schlange. Er löste sich auf Ende März 1231.

n) Es ist der Stern, dessen Erscheinung der böhmische Astronom Cyprianus Leovitius gedenkt (s. oben bei dem 9ten Sterne im Jahr 945). Zu derselben Zeit (Julius 1264) erschien ein großer Comet, dessen Schweif den halben Himmel einnahm und welcher eben deshalb nicht mit einem zwischen Cepheus und Cassiopea neu auflodernden Sterne hat verwechselt werden können.

o) Der Tychonische Stern vom 11 November 1572 im Thronsessel der Cassiopea; RA. 3^0 26′ Decl. 63^0 3′ (für 1800).

p) Februar 1578, aus Ma-tuan-lin. Die Constellation ist nicht angegeben; aber die Intensität des Lichts und die Strahlung müssen außerordentlich gewesen sein, da das chinesische Verzeichniß den Beisatz darbietet, „ein Stern groß wie die Sonne"!

q) Am 1 Julius 1584, unweit π des Scorpions; eine chinesische Beobachtung.

r) Der Stern 34 Cygni nach Bayer. Wilhelm Janson, der ausgezeichnete Geograph, welcher eine Zeit lang mit Tycho beobachtet hatte, heftete zuerst seine Aufmerksamkeit auf den neuen Stern in der Brust des Schwans am Anfange des Halses, wie eine Inschrift seines Sternglobus bezeugt. Kepler, durch Reisen und Mangel von Instrumenten nach Tycho's Tode gehindert, fing erst zwei Jahre später an ihn zu beobachten, ja er erhielt erst damals (was um so mehr Verwunderung erregt, als der Stern 3ter Größe war) Nachricht von seiner Existenz. „Cum mense Majo anni 1602", sagt er, „primum litteris monerer de novo Cygni phaenomeno...." (Kepler de Stella nova tertii honoris in Cygno 1606, angehängt dem Werke de Stella nova in serpent. p. 152, 154, 164 und 167.) In Kepler's Abhandlung wird nirgends gesagt (wie man in neueren Schriften oft angeführt findet), daß der Stern im Schwan bei seinem ersten Erscheinen 1ter Größe gewesen sei. Kepler nennt ihn sogar parva Cygni stella und bezeichnet ihn überall als 3ter Ordnung. Er bestimmt seine *Position in RA. 300° 46′, Decl.* 36° 52′ (also für 1800: RA. 302° 36′, *Decl. + 37° 27′). Der Stern nahm an Helligkeit besonders seit 1619 ab und*

verschwand 1621. Dominique Cassini (s. Jacques C
d'Astr. p. 69) sah ihn wiederum zu 3ter Größe gelangen
schwinden; Hevel beobachtete ihn wieder im November 166
dann größer, doch ohne je die dritte Größe wieder zu errei
und 1682 war er schon nur noch 6ter Größe, und als solc
mel. Sir John Herschel führt ihn auf in der Liste de
Sterne, nicht so Argelander.

s) Nächst dem Stern in der Cassiopea von 1572 ist d
den der neue Stern des Schlangenträgers von 1604 (R
Decl. 21° 15′ für 1800). An jeden derselben knüpft sich ei
Stern im rechten Fuß des Schlangenträgers wurde zuerst n
sondern von seinem Schüler, dem Böhmen Johann Bruno
1604: „größer als alle Sterne erster Ordnung, größer als
doch weniger groß als Venus" gesehen. Herlicius will ih
tember beobachtet haben. Seine Helligkeit stand der des
von 1572 nach, auch wurde er nicht wie dieser bei Tage e
lation war aber um vieles stärker und erregte besonders
Beobachter. Da das Funkeln immer mit Farbenzerstreuu
wird viel von seinem farbigen, stets wechselnden Lichte
(Annuaire pour 1834 p. 299—301 und Ann. pour
hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß der Kepler'sc
wie der Tychonische, nach langen Zwischenräumen eine an
dann wieder weiße, Färbung annahm. Kepler sagt bestim
sobald er sich über die Erddünste erhob, weiß war. Wen
der Iris spricht, so ist es, um das farbige Funkeln deutlic
plo adamantis multanguli, qui Solis radios inter con
tantium oculos variabili fulgore revibraret, colores
in Ophiucho) successive vibratu *continuo* reciproc
Stella Serpent. p. 5 und 125.) Im Anfang des Ja
Stern noch heller als Antares, aber von geringerer Lic
Ende März desselben Jahres wird er als 3ter Größe besch
Sonne hinderte alle Beobachtungen 4 Monate lang. Z
März 1606 verschwand er spurlos. Die ungenauen Be
„großen Positions-Veränderungen des neuen Sterns" von
und dem Geographen Blaeu (Blaew) verdienen, wie schon
mens d'Astronomie p. 65) bemerkt, kaum einer Er
Kepler's sichrere Arbeit widerlegt sind. Die chinesischen
tuan-lin führen eine Erscheinung an, die mit dem Auflod
im Schlangentr[illegible] und der Position nach einige
30 Sept. 1[illegible] [illegible] des Scorp
(Kugel[illegible]

mit dem Fuß des Schlangenträgers verwechselt werden; aber die Ausdrücke Südwest und Südost, das Wiedererscheinen, und der Umstand, daß kein endliches völliges Verschwinden angekündigt wird, lassen Zweifel über die Identität.

t) Auch ein neuer Stern von ansehnlicher Größe, in Südwest gesehen, aus Ma-tuan-lin. Es fehlen alle nähere Bestimmungen.

u) Der vom Carthäuser Anthelme am 20 Junius des Jahres 1670 am Kopfe des Fuchses (RA. 294° 27′, Decl. 26° 47′) ziemlich nahe bei β des Schwans entdeckte neue Stern. Er war bei seinem ersten Aufstrahlen nicht 1ter, sondern nur 3ter Größe, und sank am 10 August schon bis zur 5ten Größe herab. Er verschwand nach 3 Monaten, zeigte sich aber wieder den 17 März 1671 und zwar in 4ter Größe. Dominique Cassini beobachtete ihn fleißig im April 1671 und fand seine Helligkeit sehr veränderlich. Der neue Stern sollte ohngefähr nach 10 Monaten zu demselben Glanze zurückkehren, aber man suchte ihn vergebens im Februar 1672. Er erschien erst den 29 März desselben Jahres, doch nur in 6ter Größe, und wurde seitdem nie wieder gesehen. (Jacques Cassini, élémens d'Astr. p. 69—71.) Diese Erscheinungen trieben Dominique Cassini zum Aufsuchen vorher (von ihm!) nicht gesehener Sterne an. Er behauptet deren 14 aufgefunden zu haben: und zwar 4ter, 5ter und 6ter Größe (8 in der Cassiopea, 2 im Eridanus und 4 nahe dem Nordpole). Bei dem Mangel der Angaben einzelner Oertlichkeiten können sie: da sie ohnedies, wie die zwischen 1694 und 1709 von Maraldi aufgefundenen, mehr als zweifelhaft sind, hier nicht aufgeführt werden. (Jaques Cassini, élém. d'Astron. p. 73—77; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 780.)

v) Seit dem Erscheinen des neuen Sternes im Fuchse vergingen 178 Jahre, ohne daß ein ähnliches Phänomen sich dargeboten hätte: obgleich in diesem langen Zeitraume der Himmel am sorgfältigsten durchmustert wurde, bei fleißigerem Gebrauch von Fernröhren und bei Vergleichung mit genaueren Sterncatalogen. Erst am 28 April 1848 machte Hind auf der Privat-Sternwarte von Bishop (South Villa, Regent's Park) die wichtige Entdeckung eines neuen, röthlich gelben Sternes 5ter Größe in dem Schlangenträger: RA. 16ʰ 50′ 59″, südl. Decl. 12° 39′ 16″ für 1848. Bei keinem anderen neu erschienenen Stern ist die Neuheit der Erscheinung und die Unveränderlichkeit seiner Position mit mehr Genauigkeit erwiesen worden. Er ist jetzt (1850) kaum 11ᵐ, und nach Lichtenberger's fleißiger Beobachtung wahrscheinlich dem Verschwinden nahe. (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. p. 146 und 155—158.)

Die vorliegende Zusammenstellung der seit 2000 Jahren neu erschienenen und wieder verschwundenen Sterne ist vielleicht etwas vollständiger als die, welche bisher gegeben worden sind. Sie berechtigt zu einigen allgemeinen Betrachtungen. Man unterscheidet dreierlei: neue Sterne, die plötzlich aufstrahlen und in mehr oder weniger langer Zeit verschwinden; Sterne, deren Helle einer periodischen, schon jetzt bestimmbaren Veränderlichkeit unterliegt; und Sterne, die, wie η Argûs, auf einmal einen ungewöhnlich wachsenden und abne-

stimmt wechselnden Lichtglanz zeigen. Alle drei Erscheinungen sind wahrscheinlich ihrer inneren Natur nach nahe mit einander verwandt. Der neue Stern im Schwan (1600), welcher nach dem völligen Verschwinden (freilich für das unbewaffnete Auge!) wieder erschien und ein Stern 6ter Größe verblieb, leitet uns auf die Verwandtschaft der beiden ersten Arten der Himmelserscheinungen. Den berühmten Tychonischen Stern in der Cassiopea (1572) glaubte man schon in der Zeit, als er noch leuchtete, für identisch mit den neuen Sternen von 945 und 1264 halten zu dürfen. Die dreihundertjährige Periode, welche Goodricke vermuthete (die partiellen Abstände der, numerisch vielleicht nicht sehr sicheren Erscheinungen sind 319 und 308 Jahre!), wurde von Keill und Pigott auf 150 Jahre reducirt. Arago [5] hat gezeigt, wie unwahrscheinlich es sei, daß Tycho's Stern (1572) unter die Zahl der periodisch veränderlichen gehöre. Nichts scheint bisher zu berechtigen alle neu erschienenen Sterne für veränderlich, und zwar in langen, uns wegen ihrer Länge unbekannt gebliebenen Perioden, zu halten. Ist z. B. das Selbstleuchten aller Sonnen des Firmaments Folge eines electro-magnetischen Processes in ihren Photosphären; so kann man sich (ohne locale und temporäre Verdichtungen der Himmelsluft oder ein Dazwischentreten sogenannter kosmischer Gewölke anzunehmen) diesen Lichtproceß als mannigfaltig verschieden: einmalig oder periodisch, regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrend, denken. Die electrischen Lichtprocesse unseres Erdkörpers, als Gewitter im Luftkreise oder als Polar-Ausströmungen sich darstellend, zeigen neben vieler unregelmäßig scheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewisse von Jahreszeiten und Tagesstunden abhängige Periodicität. Dieselbe ist sogar oft mehrere Tage hinter einander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleines Gewölks an bestimmten Stellen des Himmels bemerkbar: wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweisen.

Eine besondere und zu beachtende Eigenthümlichkeit scheint mir der Umstand zu sein, daß fast alle mit einer ungeheuren Lichtstärke, als Sterne erster Größe und selbst stärker funkelnd wie diese, auflodern und daß man sie, wenigstens für das bloße Auge, nicht allmälig an Helligkeit zunehmen sieht. Kepler [6] war auf dieses Criterium so aufmerksam, daß er das eitle Vorgeben des Antonius Laurentinus Politianus, den Stern im Schlangenträger (1604) früher als Brunowski gesehen zu haben, auch dadurch widerlegte, daß Laurentinus sagt: „apparuit nova Stella parva, et postea de die in diem crescendo apparuit lumine non multo inferior Venere, superior Jove.“ Fast ausnahmsweise erkennt man nur 3 Sterne, die nicht in erster Größe aufstrahlten: nämlich die Sterne 3ter Ordnung im *Schwan (1600)* und im Fuchse (1670), und Hind's neuen Stern *5ter Ordnung im* Schlangenträger (1848).

Es ist sehr zu bedauern, daß seit Erfindung des Fernrohrs, wie schon oben bemerkt, in dem langen Zeitraume von 178 Jahren, nur 2 neue Sterne gesehen wurden: während daß bisweilen die Erscheinungen sich so zusammen drängten, daß am Ende des 4ten Jahrhunderts in 24 Jahren 4, im 13ten Jahrhundert in 61 Jahren 3; am Ende des 16ten und im Anfang des 17ten Jahrhunderts, in der Tycho-Keplerschen Periode, in 37 Jahren 6 beobachtet wurden. Ich nehme in diesen Zahlenverhältnissen immer Rücksicht auf die chinesischen Beobachtungen außerordentlicher Sterne, deren größerer Theil nach dem Ausspruch der ausgezeichnetsten Astronomen Vertrauen verdient. Warum unter den in Europa gesehenen Sternen vielleicht der Keplersche im Schlangenträger (1604), nicht aber der Tychonische in der Cassiopea (1572) in Ma-tuan-lin's Verzeichnissen aufgeführt ist, weiß ich eben so wenig einzeln zu erklären, als warum im 16ten Jahrhundert z. B. über die große in China gesehene Lichterscheinung vom Februar 1578 von europäischen Beobachtern nichts berichtet wird. Der Unterschied der Länge (114°) könnte nur in wenigen Fällen die Unsichtbarkeit erklären. Wer je mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt gewesen ist, weiß, daß das Nicht-Anführen von politischen oder Natur-Begebenheiten, auf der Erde und am Himmel, nicht immer ein Beweis der Nicht-Existenz solcher Begebenheiten ist; und wenn man die drei verschiedenen chinesischen im Ma-tuan-lin enthaltenen Sternverzeichnisse mit einander vergleicht, so findet man auch Cometen (z. B. die von 1385 und 1495) in dem einen Verzeichniß aufgeführt, welche in dem anderen fehlen.

Schon ältere Astronomen: Tycho und Kepler, haben, wie neuere: Sir John Herschel und Hind, darauf aufmerksam gemacht, daß bei weitem die Mehrzahl aller in Europa und China beschriebenen neuen Sterne (ich finde $^4/_5$) sich in der Nähe der Milchstraße oder in dieser selbst gezeigt haben. Ist, was den ringförmigen Sternschichten der Milchstraße ein so mildes Nebellicht giebt, wie mehr als wahrscheinlich ist, ein bloßes Aggregat teleskopischer Sternchen; so fällt Tycho's oben erwähnte Hypothese von der Bildung neu auflodernder Fixsterne aus sich ballenden verdichteten dunstförmigen Himmelsstoff über den Haufen. Was in gedrängten Sternschichten und Sternschwärmen, falls sie um gewisse centrale Kerne rotiren, die Anziehungskräfte vermögen, ist hier nicht zu bestimmen und gehört in den mythischen Theil der Astrognosie. Unter 21 in der vorstehenden Liste aufgeführten neu erschienenen Sternen sind 5 (134, 393, 827, 1203, 1584) im Scorpion, 3 in der Cassiopea und dem Cepheus (945, 1264, 1572), 4 im Schlangenträger (123, 1230, 1604, 1848) aufgestrahlt; aber auch sehr fern von der Milchstraße ist einmal (1012) im Widder ein neuer Stern gesehen worden (der Stern des Mönchs von St. Gallen). Kepler selbst, der den von Fabricius 1596 am Halse des Wallfisches

als auflodernd beschriebenen und im October desselben Jahres fi
verschwundenen Stern für einen neuen hielt, giebt diese Position
falls für einen Gegengrund an (Kepler de Stella nova S
p. 112). Darf man aus der Frequenz des Aufloderns in den
Constellationen folgern, daß in gewissen Richtungen des Weltr
z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Scorpions u
Cassiopea sehen, die Bedingungen des Aufstrahlens durch örtlich
hältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richt
hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzz
Lichtprocessen geeignet sind?

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist die kürzeste g
in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der gen
Jahre war sie 3 Wochen; in dem zweiten 4, in dem dritten 3 M
Dagegen hat des Tycho Stern in der Cassiopea 17 Monate la
leuchtet, Kepler's Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre b
seinem Verschwinden. Er erschien wieder 1655: und zwar, wie
ersten Auflodern, in 3ter Größe; um bis zu 6ter zu schwinden,
nach Argelander's Beobachtungen in die Classe periodisch ver
licher Sterne zu treten.

Verschwundene Sterne. — Die Beachtung und Aufzä
der sogenannten verschwundenen Sterne ist von Wichtigkeit für
Aufsuchen der großen Zahl kleiner Planeten, die wahrscheinliche
zu unserem Sonnensystem gehören; aber trotz der Genauigkei
neuen Positions-Verzeichnisse telescopischer Fixsterne und der
Sternkarten ist die Ueberzeugung der Gewißheit, daß ein Ste
dem Himmel wirklich seit einer bestimmten Epoche verschwund
doch nur bei großer Sorgfalt zu erlangen. Beobachtungs-, Reduc
und Druckfehler? entstellen oft die besten Cataloge. Das Versch
der Weltkörper an den Orten, wo man sie ehemals bestimmt ge
kann so gut die Folge eigener Bewegung als eine solche Schwä
des Lichtprocesses auf der Oberfläche oder in der Photosphäre
daß die Lichtwellen unser Sehorgan nicht mehr hinlänglich an
Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht untergegangen.
Idee der Zerstörung, des Ausbrennens von unsichtbar w
den Sternen gehört der Tychonischen Zeit an. Auch Plinius
in der schönen Stelle über Hipparch: „stellae an obirent nasc
turve.“ Der ewige scheinbare Wechsel des Werdens und
gehens ist nicht Vernichtung, sondern Uebergang der Stoffe in
Formen; in Mischungen, die neue Processe bedingen. Du
Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich
aufstrahlen.

Periodisch veränderliche Sterne. — Da an der Him
decke sich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach verä
lich ist, so wird man durch Analogien zu der Vermuthung g

daß, wie die Fixsterne insgesammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa bloß scheinbare, Bewegung haben, eben so allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmosphäre derselben Veränderungen erleiden, welche bei der größeren Zahl dieser Weltkörper in überaus langen und daher ungemessenen, vielleicht unbestimmbaren, Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodisch zu sein, wie durch eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letztere Classe von Erscheinungen, von der in unseren Tagen ein großer Stern im Schiffe ein merkwürdiges Beispiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in schon erforschten und gemessenen Perioden die Rede ist, nicht behandelt. Es ist wichtig drei große siderale Naturphänomene, deren Zusammenhang noch nicht erkannt worden ist, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auflodern von sogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längst bekannten, vormals in gleichförmiger Intensität leuchtenden Fixsternen. Wir verweilen zuerst ausschließlich bei der ersten Form der Veränderlichkeit: wovon das am frühesten genau beobachtete Beispiel (1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halse des Wallfisches, dargeboten ward. Der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings schon 1596 den Stern am 13. August als einen 3ter Größe beobachtet und im October desselben Jahres verschwinden sehen. Den alternirend wiederkehrenden Lichtwechsel, die periodische Veränderlichkeit entdeckte erst 42 Jahre später ein Professor von Franeker, Johann Phocylides Holwarda. Dieser Entdeckung folgte in demselben Jahrhundert noch die zweier anderer veränderlicher Sterne: β Persei (1669), von Montanari; und χ Cygni (1687), von Kirch beschrieben.

Unregelmäßigkeiten, welche man in den Perioden bemerkte, und die vermehrte Zahl der Sterne derselben Classe haben seit dem Anfang des 19ten Jahrhunderts das Interesse für diese so complicirte Gruppe von Erscheinungen auf das lebhafteste angeregt. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und bei meinem Streben, in diesem Werke die numerischen Elemente der Veränderlichkeit, als die wichtigste Frucht aller Beobachtung, so darlegen zu können, wie sie in dem dermaligen Zustande der Wissenschaft erforscht sind: habe ich die freundliche Hilfe des Astronomen in Anspruch genommen, welcher sich unter unseren Zeitgenossen mit der angestrengtesten Thätigkeit und dem glänzendsten Erfolge dem Studium der periodisch veränderlichen Sterne gewidmet hat. Die Zweifel und Fragen, zu denen mich meine eigene Arbeit veranlaßte, habe ich meinem gütigen Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn, vertrauensvoll vorgelegt, und seinen handschriftlichen Mittheilungen allein verdanke ich, was hier folgt und großentheils auf anderen Wegen noch nicht veröffentlicht worden ist.

Die Mehrzahl der veränderlichen Sterne ist allerdings roth oder röthlich, keineswegs aber sind es alle. So z. B. haben ein weißes Licht, außer β Persei (Algol am Medusenhaupte), auch β Lyrae und ε Aurigae. Etwas gelblich ist η Aquilae und in noch geringerem Grade ζ Geminorum. Die ältere Behauptung, daß einige veränderliche Sterne, besonders Mira Ceti, beim Abnehmen röther seien als beim Zunehmen der Helligkeit: scheint ungegründet. Ob in dem Doppelstern α Herculis: in welchem der große Stern von Sir William Herschel roth, von Struve gelb, der Begleiter dunkelblau genannt wird; dieser kleine Begleiter, zu 5^m bis 7^m geschätzt, selbst auch veränderlich ist: scheint sehr problematisch. Struve[8] selbst sagt auch nur: suspicor minorem esse variabilem. Veränderlichkeit ist keineswegs an die rothe Farbe gebunden. Es giebt viele rothe Sterne, zum Theil sehr rothe, wie Arcturus und Aldebaran, an denen noch keine Veränderlichkeit bisher wahrgenommen worden ist. Dieselbe ist auch mehr als zweifelhaft in einem Stern des Cepheus (No. 7582 des Catalogs der britischen Association), welchen wegen seiner außerordentlichen Röthe William Herschel 1782 den Granatstern genannt hat.

Die Zahl der periodisch veränderlichen Sterne ist schon deshalb schwierig anzugeben, weil die bereits ermittelten Perioden von sehr ungleicher Unsicherheit sind. Die zwei veränderlichen Sterne des Pegasus, so wie α Hydrae, ε Aurigae, α Cassiopeae haben nicht die Sicherheit von Mira Ceti, Algol und δ Cephei. Bei der Aufzählung in einer Tabelle kommt es also darauf an, mit welchem Grade der Gewißheit man sich begnügen wolle. Argelander zählt, wie in seiner am Ende dieser Untersuchung abgedruckten Uebersichtstafel zu ersehen ist, der befriedigend bestimmten Perioden nur 24 auf.[9]

Wie das Phänomen der Veränderlichkeit sich bei rothen und einigen weißen Sternen findet, so bieten es auch Sterne von den verschiedensten Größenordnungen dar: z. B. ein Stern 1^m, α Orionis; 2^m: Mira Ceti, α Hydrae, α Cassiopeae, β Pegasi; 2. 3^m β Persei; 3. 4^m η Aquilae und β Lyrae. Es giebt aber zugleich auch, und in weit größerer Menge, veränderliche Sterne 6^m bis 9^m: wie die variabiles Coronae, Virginis, Caneri und Aquarii. Der Stern γ im Schwan hat ebenfalls im Maximum sehr große Schwankungen.

Daß die Perioden der veränderlichen Sterne sehr unregelmäßig sind, war längst bekannt; aber daß diese Veränderlichkeit in ihrer scheinbaren Unregelmäßigkeit bestimmten Gesetzen unterworfen ist, hat Argelander zuerst ergründet. Er hofft es in einer eigenen, größeren Abhandlung umständlicher erweisen zu können. Bei γ Cygni hält er jetzt zwei Perturbationen in der Periode: die eine von 100, die andere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden, für wahrscheinlicher als eine von 108. Ob solche Störungen in Veränderungen des Lichtprocesses, welcher in der Atmosphäre des Sterns vorgeht, gegründet sind; oder

lmlaufszeit eines um die Fixsternsonne χ Cygni kreisenden, Gestalt jener Photosphäre durch Anziehung wirkenden Pla- leibt freilich noch ungewiß. Die größten Unregelmäßigkeiten Veränderung der Intensität bietet sicherlich variabilis Scuti biesli'schen Schildes) dar: da dieser Stern bisweilen von is zu 9^m herabsinkt, ja nach Pigott am Ende des vorigen derts einmal ganz verschwunden sein soll. Zu anderen Zeiten e Schwankungen in der Helligkeit nur zwischen 6 . 5^m und sen. Im Maximum hat χ Cygni zwischen 6 . 7^m und 4^m, ischen 4^m und 2 . 1^m geschwankt. Dagegen zeigt δ Cephei ßerordentliche, ja von allen Veränderlichen die größte äßigkeit in der Länge der Perioden: wie 87 zwischen dem ber 1840 und 8. Januar 1848 und noch später beobachtete erwiesen haben. Bei ε Aurigae geht die von einem uner- n Beobachter, Herrn Heis in Aachen, aufgefundene Verände- Lichthelle [19] nur von 3 . 4^m bis 4 . 5^m.

ße Unterschiede der Helligkeit im Maximum zeigt Mira Ceti. r 1779 z. B. war (6. Nov.) Mira nur wenig schwächer als n gewesen, gar nicht selten heller als Sterne 2^m: während ränderliche Stern zu anderen Zeiten nicht die Intensität (4^m) eti erreichte. Seine mittlere Helligkeit ist gleich der von γ). Wenn man die Helligkeit der schwächsten dem unbewaff- uge sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran mit 50 be- so hat Mira in ihrem Maximum zwischen 20 und 47 ge- . Ihre wahrscheinliche Helligkeit ist durch 30 auszudrücken; öfter unter dieser Grenze, als sie dieselbe übersteigt. Die gungen sind aber, wenn sie eintreten, dem Grade nach der. Eine entschiedene Periode dieser Oscillationen ist noch deckt, aber es giebt Andeutungen von einer 40jährigen und Ojährigen Periode.

Dauer der Perioden der Lichtveränderung variirt nach Ver- eit der Sterne wie 1 : 250. Die kürzeste Periode bietet un- Persei dar, von 68 Stunden 49 Minuten; wenn sich nicht Polaris von weniger als 2 Tagen bestätigen sollte. Auf β olgen zunächst δ Cephei (5 T. 8 St. 49 Min.), η Aquilae St. 14 Min.) und ζ Geminorum (10 T. 3 St. 35 Min.). gste Dauer der Lichtveränderung haben: 30 Hydrae Hevelii 5 Tagen, χ Cygni von 406 T., variabilis Aquarii von , Serpentis S von 367 Tagen und Mira Ceti von 332 T. hreren Veränderlichen ist es ganz entschieden, daß sie der zu- als abnehmen; am auffallendsten zeigt sich diese Er- g bei δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und en (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man sogar in diesem ch eine Verschiedenheit bei denselben Sternen, aber in ver-

schiedenen Epochen ihrer Lichtprocesse. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) rascher zu als ab; doch ist bei Mira auch schon das Entgegengesetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft, so zeigen sich solche mit Bestimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrscheinlichkeit bei χ Cygni. Die Abnahme der Periode von Algol ist jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieselbe nicht gefunden, wohl aber Argelander, als er im Jahre 1842 über 100 sichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußersten über 58 Jahre (7600 Perioden umfassend) von einander entfernt waren (Schumacher's astron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer.[11] Für die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel[12] aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrscheinliche Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 T. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neuesten Beobachtungen noch mehr außer Zweifel[13] gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmälig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abnehmen begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt sich bei δ Cephei; es ist in so fern eine Hinneigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortschreitet: sondern, nachdem sie anfangs ziemlich rasch gewesen ist, nach einiger Zeit ein Stillstand oder wenigstens eine sehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder rascher wird. Es ist als wenn bei einigen Sternen das Licht gehindert werde sich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In χ Cygni walten sehr wahrscheinlich, wie (S. 156) gesagt, zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im Ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von sehr kurzen als von sehr langen Perioden herrsche, *ist schwer zu beantworten.* Die Abweichungen von einer gleichförmigen

Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen d
Periode selbst. Um bei langen Perioden zu beginnen, müssen χ Cy
Mira Ceti und 30 Hydrae zuerst betrachtet werden. Bei χ Cy
gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welch
der Voraussetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrsch
lichsten ist, bis auf 39,4 T. Wenn auch von diesen ein Theil
Beobachtungsfehlern zugeschrieben wird, so bleiben gewiß noch 29
30 Tage, d. i. $1/14$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti [14], in
Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.
gehen so weit, selbst wenn man die Beobachtung von David Fabri
unberücksichtigt läßt. Beschränkt man die Schätzung wegen der
vbachtungsfehler auf 40 Tage; so erhält man $1/8$, also im Verg
mit χ Cygni eine fast doppelt große Abweichung. Bei 30 Hyd
welche eine Periode von 495 Tagen hat, ist dieselbe gewiß
größer, vielleicht $1/5$. Die veränderlichen Sterne mit sehr k
Perioden sind erst seit wenigen Jahren (seit 1840 und noch sp
anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: so
auf sie angewandt, das hier behandelte Problem noch schwere
lösen ist. Es scheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen wei
große Abweichungen sich darzubieten. Bei η Aquilae (Periode
4 St.) sind sie nur auf $1/16$ oder $1/17$ der ganzen Periode, bei β L
(Periode 12 T. 21 St.) auf $1/27$ oder $1/30$ gestiegen; aber diese U
suchung ist bisher noch vielen Ungewißheiten unterworfen bei
gleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae sind 1700
1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von χ Cygni
nur 145.

Die angeregte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen
rioden sich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu sein, sc
verneint werden zu müssen. So wie es unter den fortwährend
änderlichen Sternen solche giebt, welche zuweilen eine sehr starke
weilen eine sehr schwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. varia
Scuti); so scheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichke
gewissen Zeiten so gering ist, daß wir sie mit unseren beschrä
Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört varia
Coronae bor. (No. 5236 im Catalog der British Association),
Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet.
Winter 1795/6 ward der Stern völlig unsichtbar; später erschie
wieder, und seine Lichtveränderungen wurden von Koch beoba
Harding und Westphal fanden seine Helligkeit 1817 fast ganz
sunt, bis 1824 wieder Olbers seinen Lichtwechsel beobachten ko
Die Constanz trat nun wieder ein und wurde vom August 184
September 1845 von Argelander ergründet. Ende Septembe
eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Co
sicher nicht mehr sichtbar, erschien wieder im Februar 184

erreichte Anfangs Juni ſeine gewöhnliche 6te Größe. dem behalten: wenn man kleine und nicht ſehr ſicher abrechnet. Zu dieſer räthſelhaften Claſſe von Ster variabilis Aquarii, und vielleicht Janſon's und Ke Schwan von 1600, deſſen wir bereits unter den Sternen gedacht haben.

Tabelle über die veränderlichen S

Fr. Argelander.

No.	Bezeichnung des Sterns.	Dauer der Periode.			Helligkeit im Maximum	Minim.
		T.	St.	Min.	Größe Gr.	Gr. Gr.
1	o Ceti	331	20	—	4 bis 2.1	0
2	β Persei	2	20	49	2.3	4
3	χ Cygni	406	1	30	6.7 bis 4	0
4	30 Hydrae Hev.	495	—	—	5 „ 4	0
5	Leonis R, 420 M.	312	18	—	5	0
6	η Aquilae	7	4	14	3.4	5.4
7	β Lyrae	12	21	45	3.4	4.5
8	δ Cephei	5	8	49	4.3	5.4
9	α Herculis	66	8	—	3	3.4
10	Coronae R	323	—	—	6	0
11	Scuti R	71	17	—	6.5 bis 5.4	9 bis 6
12	Virginis R	145	21	—	7 „ 6.7	0
13	Aquarii R	388	13	—	9 „ 6.7	0
14	Serpentis R	359	—	—	6.7	0
15	Serpentis S	367	5	—	8 „ 7.8	0
16	Cancri R	380	—	—	7	0
17	α Cassiopeae	79	3	—	2	3.2
18	α Orionis	196	0	—	1	1.2
19	α Hydrae	55	—	—	2	2.3
20	ε Aurigae		?		3.4	4.5
21	ζ Geminorum	10	3	35	4.3	5.4
22	β Pegasi	40	23	—	2	2.3
23	Pegasi R	350	—	—	8	0
24	Cancri S.		?		7.8	0

Bemerkungen.

Die 0 in der Columne für das Minimum bedeutet, daß der Stern zur
it desselben schwächer als 10ter Größe ist. Um die kleineren veränderlichen
erne, die meistens weder Namen noch sonstige Bezeichnungen haben, einfach
d bequem angeben zu können, habe ich mir erlaubt ihnen Buchstaben beizu-
en: und zwar, da die griechischen und kleinen lateinischen zum großen Theile
on von Bayer gebraucht worden sind, die des großen Alphabets.

Außer den in der Tabelle aufgeführten giebt es fast noch eben so viele
erne, die der Veränderlichkeit verdächtig sind, indem sie von verschiedenen Be-
achtern mit verschiedenen Größen angeführt werden. Da diese Schätzungen
er nur gelegentliche und nicht mit großer Schärfe ausgeführt waren, auch ver-
iedene Astronomen verschiedene Grundsätze beim Schätzen der Größen haben;
scheint es sicherer solche Fälle nicht zu berücksichtigen, bis derselbe Beobachter
verschiedenen Zeiten entschiedene Veränderlichkeit gefunden hat. Bei allen in
r Tafel angegebenen ist dies der Fall; und ihr periodischer Lichtwechsel ist
her, auch wo die Periode selbst noch nicht hat bestimmt werden können. Die
gegebenen Perioden beruhen zum größten Theil auf eigenen Untersuchungen
mmtlicher bekannt gewordener älterer und meiner über 10 Jahre umfassenden
ch ungedruckten Beobachtungen. Ausnahmen werden in den folgenden Notizen
er die einzelnen Sterne angegeben werden.

In diesen gelten die Positionen für 1850 und sind in gerader Aufsteigung
d Abweichung ausgedrückt. Der oft gebrauchte Ausdruck Stufe bedeutet einen
nterschied in der Helligkeit, welcher sich noch sicher mit bloßen Augen erkennen
ßt, oder für die mit unbewaffnetem Auge unsichtbaren Sterne durch einen
raunhofer'schen Cometensucher von 24 Zoll Brennweite. Für die helleren
erne über 6ter Größe beträgt eine Stufe ungefähr den 10ten Theil des Unter-
hiedes, um welchen die auf einander folgenden Größenclassen von einander
rschieden sind; für die kleineren Sterne sind die gebräuchlichen Größenclassen
edeutend enger.

1) o Ceti: AR. 32° 57′, Decl. — 3° 40′; auch wegen seines wunder-
aren Lichtwechsels, der an diesem Sterne zuerst wahrgenommen wurde, Mira
nannt. Schon in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts erkannte man
ie Periodicität dieses Sterns, und Boulliaud bestimmte die Dauer der Periode
uf 333 Tage; indeß fand man auch zugleich, daß diese Dauer bald länger, bald
ürzer sei: so wie daß der Stern in seinem größten Lichte bald heller, bald
chwächer erscheine. Dies hat nun die Folgezeit vollkommen bestätigt. Ob der
Stern jemals ganz unsichtbar wird, ist noch nicht entschieden; man hat ihn zu-
weilen 11ter oder 12ter Größe zur Zeit des Minimums gesehn, zu anderen
Zeiten mit 3- und 4füßigen Fernröhren nicht sehen können. So viel ist gewiß,
daß er eine lange Zeit schwächer als 10ter Größe ist. Es sind aber überhaupt
über dies Stadium nur wenige Beobachtungen vorhanden; die meisten beginnen
erst, wenn er *als 6ter Größe dem bloßen Auge sich zu zeigen anfängt*. Von
diesem Zeitpunkte nimmt der Stern nun anfangs rasch, dann langsamer, zuletzt

kaum merklich an Helligkeit zu; dann wieder, erst langsam, ne
Im Mittel dauert die Zeit der Lichtzunahme von der 6ten Grö
Lichtabnahme bis zur genannten Helligkeit 69 Tage: so daß de
gefähr 4 Monate mit bloßen Augen sichtbar ist. Allein dies is
Dauer der Sichtbarkeit; zuweilen hat sie sich auf 5 Monate ge
sie zu anderen Zeiten nur 3 Monate gewesen ist. Eben so is
der Licht-Zu- und Abnahme großen Schwankungen unterwor
weilen langsamer als diese: wie im Jahre 1840, wo der Stern
um bis zur größten Helligkeit zu kommen, und in 49 Tagen
Unsichtbarkeit mit bloßen Augen herabsank. Die kürzeste beob
Wachsens fand im Jahre 1679 mit 30 Tagen statt; die längste
ward im Jahre 1709 beobachtet. Die Lichtabnahme dauerte
Jahre 1839, nämlich 91 Tage; am kürzesten im Jahre 16
52 Tage. Zuweilen verändert der Stern zur Zeit seiner größt
einen Monat lang kaum merklich, zu andern Zeiten läßt sich s
Tagen eine Veränderung deutlich wahrnehmen. Bei einigen
man, nachdem der Stern einige Wochen an Helligkeit abgenom
rend mehrerer Tage einen Stillstand oder wenigstens eine kau
abnahme wahrgenommen; so im Jahre 1678 und 1847.

Die Helligkeit im Maximum ist, wie schon erwähnt,
immer dieselbe. Bezeichnet man die Helligkeit der schwächsten
sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran (α im Stier), d
Größe, mit 50: so hat die Helligkeit von Mira im Maximum
47 geschwankt, d. h. zwischen der Helligkeit der Sterne 4ter
Größe; die mittlere Helligkeit ist 28 oder die des Sterns γ
noch unregelmäßiger hat sich die Dauer der Periode gezeigt;
dieselbe 331 Tage 20 Stunden, ihre Schwankungen aber stei
Monat: denn die kürzeste von Einem Maximum bis zum nächst
war nur 306 Tage, die längste dagegen 367 Tage. Und noch a
diese Unregelmäßigkeiten, wenn man die einzelnen Erscheinu
Lichtes selbst mit denjenigen vergleicht, welche statt finden s
diese Maxima unter Annahme einer gleichförmigen Periode bere
schiede zwischen Rechnung und Beobachtung steigen dann auf 5
zeigt es sich, daß diese Unterschiede mehrere Jahre hinter einan
selben Größe und nach derselben Seite hin sind. Dies deutet
Störung in den Lichterscheinungen hin, welche eine sehr lange
genauere Rechnung hat aber erwiesen, daß man mit Einer S
reicht, sondern mehrere annehmen muß, die freilich aus dersel
rühren können: und zwar eine, die nach 11; eine 2te, die nach
nach 176; und eine 4te, die erst nach 264 Einzel-Perioden wie
entsteht die S. 173 Anm. 12 angeführte Sinus-Formel: mi
einzelnen Maxima sehr nahe stimmen, obgleich immer noch
handen sind, die sich durch Beobachtungsfehler nicht erklären la

2) β Persei, Algol; AR. 44° 36′, Decl. + 4

Geminiano Montanari schon im Jahre 1667 die Veränderlichkeit dieses Sterns bemerkt und Maraldi sie gleichfalls beobachtet hatte, fand doch erst Goodricke im Jahre 1782 die Regelmäßigkeit derselben. Der Grund hiervon ist wohl darin zu suchen, daß der Stern nicht wie die meisten übrigen veränderlichen allmälig an Helligkeit ab- und zunimmt, sondern während 2 Tagen 13 Stunden in der gleichen 2. 3ten Größe glänzt, und nur 7 bis 8 Stunden lang sich in geringerer zeigt: wobei er bis zur 4ten Größe herabsinkt. Die Ab- und Zunahme der Helligkeit ist nicht ganz regelmäßig, sondern geht in der Nähe des Minimums rascher vor sich: woher sich auch der Zeitpunkt der geringsten Helligkeit auf 10 bis 15 Min. genau bestimmen läßt. Merkwürdig ist dabei, daß der Stern, nachdem er gegen eine Stunde an Licht zugenommen hat, etwa eben so lange fast in derselben Helligkeit bleibt, und dann erst wieder merklich wächst. Die Dauer der Periode wurde bisher für vollkommen gleichförmig gehalten; und Wurm konnte, indem er sie zu 2 Tagen 21 St. 48 Min. $58^1/_2$ Sec. annahm, alle Beobachtungen gut darstellen. Eine genauere Berechnung, bei der ein fast doppelt so großer Zeitraum benutzt werden konnte, als der Wurm zu Gebote gestanden, hat aber gezeigt, daß die Periode allmälig kürzer wird. Sie war im Jahre 1784 2 T. 20 St. 48 Min. 59,4 Sec. und im Jahre 1842 nur 2 T. 20 St. 48 Min. 55,2 Sec. Aus den neuesten Beobachtungen wird es außerdem sehr wahrscheinlich, daß auch diese Abnahme der Periode jetzt schneller vor sich geht als früher: so daß also auch bei diesem Sterne mit der Zeit eine Sinus-Formel für die Störung der Periode sich ergeben wird. Diese gegenwärtige Verkürzung der Periode würde sich übrigens erklären lassen, wenn wir annehmen, daß Algol sich uns jedes Jahr etwa 500 Meilen mehr nähert, oder sich um so viel weniger von uns entfernt wie das vorhergehende: indem dann das Licht um so viel früher jedes Jahr zu uns gelangen muß, als die Abnahme der Periode fordert, nämlich ungefähr 12 Tausendtheile einer Secunde. Ist dies der wahre Grund, so muß natürlich mit der Zeit eine Sinus-Formel sich ergeben.

3) χ Cygni: AR. 296^0 12′, Decl. + 32^0 32′. Auch dieser Stern zeigt nahe dieselben Unregelmäßigkeiten wie Mira; die Abweichungen der beobachteten Maxima von den mit einer gleichförmigen Periode berechneten gehen bis auf 40 Tage, werden aber sehr verringert durch Einführung einer Störung von $8^1/_2$ Einzel-Perioden und einer anderen von 100 solcher Perioden. Im Maximum erreicht der Stern im Mittel die Helligkeit von schwach 5ter Größe, oder eine hellere Stufe als der Stern 17 Cygni. Die Schwankungen sind aber auch hier sehr bedeutend, und sind von 13 Stufen unter der mittleren bis 10 Stufen über derselben beobachtet worden. Wenn der Stern jenes schwächste Maximum hatte, war er dem bloßen Auge ganz unsichtbar: wogegen er im Jahre 1847 volle 97 Tage ohne Fernglas gesehen werden konnte; seine mittlere Sichtbarkeit ist 52 Tage: wovon er im Mittel 20 Tage im Zunehmen und 32 im Abnehmen ist.

4) 30 Hydrae Hevelii: AR. 200^0 23′, Decl. — 22^0 30′. Von diesem Sterne, der wegen seiner Lage am Himmel nur kurze Zeit jedes Jahr zu sehen ist, läßt sich nur sagen, daß sowohl seine Periode als auch seine Helligkeit im Maximum sehr großen Unregelmäßigkeiten unterworfen sind.

5) **Leonis R = 420 Mayeri**: AR. 144° 52′, Decl. + 12° 7′. Dieſer Stern iſt häufig mit den nahe bei ihm ſtehenden Sternen 18 und 19 Leonis verwechſelt und deshalb ſehr wenig beobachtet worden; indeß doch hinlänglich, um zu zeigen, daß die Periode ziemlich unregelmäßig iſt. Auch ſcheint die Helligkeit im Maximum um einige Stufen zu ſchwanken.

6) *η* **Aquilae**, auch *η* **Antinoi** genannt; AR. 296° 12′, Decl. + 0° 37′. Die Periode dieſes Sterns iſt ziemlich gleichförmig 7 T. 4 St. 13 Min. 53 Sec.; aber doch zeigen die Beobachtungen, daß auch in ihr nach längeren Zeiträumen kleine Schwankungen vorkommen: die jedoch nur auf etwa 20 Secunden gehn. Der Lichtwechſel ſelbſt geht ſo regelmäßig vor ſich, daß bis jetzt noch keine Abweichungen ſichtbar geworden ſind, die nicht durch Beobachtungsfehler ſich erklären ließen. Im Minimum iſt der Stern eine Stufe ſchwächer als *ε* Aquilae; er nimmt dann erſt langſam, darauf raſcher, zuletzt wieder langſamer zu: und erreicht 2 T. 9 St. nach dem Minimum ſeine größte Helligkeit: in der er faſt 3 Stufen heller wird als *β*, aber noch 2 Stufen ſchwächer bleibt als *δ* Aquilae. Vom Maximum ſinkt die Helligkeit nicht ſo regelmäßig herab: indem ſie, wenn der Stern die Helligkeit von *β* erreicht hat (1 T. 10 St. nach dem Maximum), ſich langſamer verändert als vorher und nachher.

7) *β* **Lyrae**: AR. 281° 8′, Decl. + 33° 11′; ein merkwürdiger Stern dadurch, daß er zwei Maxima und zwei Minima hat. Wenn er im kleinſten Lichte, $^1/_3$ Stufe ſchwächer als *ζ* Lyrae, geweſen iſt; ſteigt er in 3 T. 5 St. bis zu ſeinem erſten Maximum, in welchem er $^3/_4$ Stufen ſchwächer bleibt als *γ* Lyrae. Darauf ſinkt er in 3 T. 3 St. zu ſeinem zweiten Maximum herab, in welchem ſeine Helligkeit die von *ζ* um 5 Stufen übertrifft. Nach weiteren 3 T. 2 St. erreicht er im zweiten Maximum wieder die Helligkeit des erſten, und ſinkt nun in 3 T. 12 St. wieder zur geringſten Helligkeit hinab: ſo daß er in 12 T. 21 St. 46 Min. 40 Sec. ſeinen ganzen Lichtwechſel durchläuft. Dieſe Dauer der Periode gilt aber nur für die Jahre 1840 bis 1844; früher iſt ſie kürzer geweſen: im Jahre 1784 um $2^1/_2$ Stunde, 1817 und 1818 um mehr als eine Stunde; und jetzt zeigt ſich deutlich wieder eine Verkürzung derſelben. Es iſt alſo nicht zweifelhaft, daß auch bei dieſem Sterne die Störung der Periode ſich durch eine Sinus-Formel wird ausdrücken laſſen.

8) *δ* **Cephei**: AR. 335° 54′, Decl. + 57° 39′; zeigt von allen bekannten Sternen in jeder Hinſicht die größte Regelmäßigkeit. Die Periode von 5 T. 8 St. 47 Min. $39^1/_2$ Sec. ſtellt alle Beobachtungen von 1784 bis jetzt innerhalb der Beobachtungsfehler dar; und durch ſolche können auch die kleinen Verſchiedenheiten erklärt werden, welche ſich in dem Gange des Lichtwechſels zeigen. Der Stern iſt im Minimum $^3/_4$ Stufen heller als *ε*, im Maximum gleich dem Sterne *ε* deſſelben Sternbildes; er braucht 1 T. 15 St., um von jenem zu dieſem zu ſteigen: dagegen mehr als das Doppelte dieſer Zeit, nämlich 3 T. 18 St., um wieder zum Minimum zurückzukommen; von dieſer letzteren Zeit verändert er ſich aber 8 Stunden lang faſt gar nicht und einen ganzen Tag lang *nur ganz unbedeutend*.

9) *α Herculis*: AR. 256° 57′, Decl. + 14° 34′; ein ſehr rother

Doppelstern, dessen Lichtwechsel in jeder Hinsicht sehr unregelmäßig ist. Oft verändert er sein Licht Monate lang fast gar nicht, zu anderen Zeiten ist er im Maximum um 5 Stufen heller als im Minimum: daher ist auch die Periode noch sehr unsicher. Der Entdecker hatte sie zu 63 Tagen angenommen; ich anfänglich zu 95, bis eine sorgfältige Berechnung meiner sämmtlichen Beobachtungen während 7 Jahren mir jetzt die im Texte angesetzte Periode gegeben hat. Heis glaubt die Beobachtungen durch eine Periode von 184,9 Tagen mit 2 Maximis und 2 Minimis darstellen zu können."

10) **Coronae R**: AR. 235° 36′, Decl. + 28° 37′. Der Stern ist nur zeitweise veränderlich: die angegebene Periode ist von Koch berechnet worden aus seinen eigenen Beobachtungen, die leider verloren gegangen sind.

11) **Scuti R**: AR. 279° 52,′ Decl. — 5° 51′. Die Helligkeits-Schwankungen dieses Sterns bewegen sich zuweilen nur innerhalb weniger Stufen, während er zu anderen Zeiten von der 5ten bis zur 9ten Größe hinabsinkt. Er ist noch zu wenig beobachtet worden, um zu entscheiden, ob in diesen Abwechselungen eine bestimmte Regel herrscht. Eben so ist auch die Dauer der Periode bedeutenden Schwankungen unterworfen.

12) **Virginis R**: AR. 187° 43′, Decl. + 7° 49′. Er hält seine Periode und Helligkeit im Maximum mit ziemlicher Regelmäßigkeit ein: doch kommen Abweichungen vor, die mir zu groß scheinen, um sie allein Beobachtungsfehlern zuschreiben zu können.

13) **Aquarii R**: AR. 354° 11′, Decl. — 16° 6′
14) **Serpentis R**: AR. 235 57, Decl. + 15 36.
15) **Serpentis S**: AR. 228 40, Decl. + 14 52.
16) **Cancri R**: AR. 122 6, Decl. + 12 9.

Ueber diese vier Sterne, die nur höchst dürftig beobachtet sind, läßt sich wenig mehr sagen, als die Tabelle giebt.

17) **α Cassiopeae**: AR. 8° 0′, Decl. + 55° 43′. Der Stern ist sehr schwierig zu beobachten; der Unterschied zwischen Maximum und Minimum beträgt nur wenige Stufen, und ist außerdem eben so variabel als die Dauer der Periode. Aus diesem Umstande sind die sehr verschiedenen Angaben für dieselbe zu erklären. Die angegebene, welche die Beobachtungen von 1782 bis 1849 genügend darstellt, scheint mir die wahrscheinlichste zu sein.

18) **α Orionis**: AR. 86° 46′, Decl. + 7° 22′. Auch dieses Sterns Lichtwechsel beträgt vom Minimum zum Maximum nur 4 Stufen; er nimmt während $91^1/_2$ Tagen zu an Helligkeit, während $104^1/_2$ ab: und zwar vom 20ten bis 70ten Tage nach dem Maximum ganz unmerklich. Zeitweise ist seine Veränderlichkeit noch geringer und kaum zu bemerken. Er ist sehr roth.

19) **α Hydrae**: AR. 140° 3′, Decl. — 8° 1′; ist von allen veränderlichen am schwierigsten zu beobachten, und die Periode noch ganz unsicher. Sir John Herschel giebt sie zu 29 bis 30 Tagen an.

20) **ε Aurigae**: AR. 72° 48′, Decl. + 43° 36′. Der Lichtwechsel dieses Sterns ist entweder sehr unregelmäßig, oder es finden während eine

Periode von mehreren Jahren mehrere Maxima und Minima statt: was erst nach Verlauf vieler Jahre wird entschieden werden können.

21) ζ Geminorum: AR. 103° 48′, Decl. + 20° 47. Dieser Stern hat bis jetzt einen ganz regelmäßigen Verlauf des Lichtwechsels gezeigt. Im Minimum hält seine Helligkeit die Mitte zwischen ν und υ desselben Sternbildes, im Maximum erreicht sie die von λ nicht völlig; der Stern braucht 4 T. 21 St. zum Hellerwerden und 5 T. 6 St. zum Abnehmen.

22) β Pegasi: AR. 344° 7′, Decl. + 27° 16′. Die Periode ist schon ziemlich gut bestimmt, über den Gang des Lichtwechsels läßt sich aber noch nichts sagen.

23) Pegasi R: AR. 344° 47′ Decl. + 9° 43′.

24) Cancri S: AR. 128° 50′ Decl. + 19° 34.

Ueber beide Sterne ist noch nichts zu sagen.

Bonn, im August 1850. **Fr. Argelander.**

Veränderung des Sternlichtes in unerforschter Periodicität. — Bei der wissenschaftlichen Ergründung wichtiger Naturerscheinungen im Kosmos, sei es in der tellurischen oder in der siderischen Sphäre, gebietet die Vorsicht, nicht allzu früh mit einander zu verketten, was noch in seinen nächsten Ursachen in Dunkel gehüllt ist. Deshalb unterscheiden wir gern: neu erschienene und wieder gänzlich verschwundene Sterne (in der Cassiopea 1572), neu erschienene und nicht wieder verschwundene (im Schwan 1600), veränderliche mit erforschten Perioden (Mira Ceti, Algol); Sterne, deren Licht-Intensität sich verändert, ohne daß in diesem Wechsel bisher eine Periodicität entdeckt worden ist (η Argûs). Es ist keineswegs unwahrscheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß diese vier Arten der Erscheinungen[15] ganz ähnliche Ursachen in der Photosphäre jener fernen Sonnen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben.

Wie wir die Schilderung der neuen Sterne mit der ausgezeichnetsten dieser Classe von Himmelsbegebenheiten, mit der plötzlichen Erscheinung des Sterns von Tycho, begonnen haben; so beginnen wir, von denselben Gründen geleitet, die Darstellung der Veränderung des Sternlichts bei unerforschter Periodicität mit den noch heut zu Tage fortgehenden unperiodischen Helligkeits-Schwankungen von η Argûs. Dieser Stern liegt in der großen und prachtvollen Constellation des Schiffes, der „Freude des südlichen Himmels." Schon Halley, als er 1677 von seiner Reise nach der Insel St. Helena zurückkehrte, äußerte viele Zweifel über den Lichtwechsel der Sterne des Schiffes Argo, besonders am Schilde des Vordertheils und am Verdeck (ἀσπιδίσκη und καταστρωμα), deren relative Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte[16]; aber bei der Ungewißheit der Stern-*Positionen der Alten*, bei den vielen Varianten der Handschriften des *Almageft* und den unsicheren Schätzungen der Lichtstärke konnten diese

Zweifel zu keinen Resultaten führen. Halley hatte η Argûs 1677 4ter, Lacaille 1751 bereits 2ter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu seiner früheren schwächeren Intensität zurück: denn Burchell fand ihn während seines Aufenthalts im südlichen Afrika (1811 bis 1815) von der 4ten Größe. Fallows und Brisbane sahen ihn 1822 bis 1826 2^m; Burchell, der sich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo in Brasilien befand, 1^m, ganz dem α Crucis gleich. Nach einem Jahre ging der Stern wieder zu 2^m zurück. So fand in Burchell in der brasilianischen Stadt Goyaz am 29. Febr. 1828, so führen ihn Johnson und Taylor von 1829 und 1833 in ihren Verzeichnissen auf. Auch Sir John Herschel schätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834 bis 1837 zwischen 2^m und 1^m.

Als nämlich am 16. December 1837 dieser berühmte Astronom eben sich zu photometrischen Messungen von einer Unzahl teleskopischer Sterne 11^m bis 16^m rüstete, welche den herrlichen Nebelfleck um η Argûs füllen, erstaunte er diesen oft vorher beobachteten Stern zu einer solchen Intensität des Lichtes angewachsen zu finden, daß er fast dem Glanze von α Centauri gleich kam und alle andere Sterne erster Größe außer Canopus und Sirius an Glanz übertraf. Am 2. Januar 1838 hatte er dieses Mal das Maximum seiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald schwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er sich in der Abnahme, doch immer als Stern 1^m; dann, besonders im April 1843, nahm wieder das Licht so zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Calcutta und Maclear am Cap η Argûs glänzender als Canopus, ja fast dem Sirius gleich wurde.[17] Diese hier bezeichnete Licht-Intensität hat der Stern fast noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die astronomische Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küste von Chili geschickt hat, schreibt von Santiago im Februar 1850: „η Argûs mit seinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars ist, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächsten, und ist heller als das vereinigte Licht von α Centauri."[18] Seit der Erscheinung im Schlangenträger 1604 ist kein Fixstern zu einer solchen Lichtstärke und in einer langen Dauer von nun schon 7 Jahren aufgestrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des schönen Sterns im Schiffe haben, hat derselbe in der Vermehrung und Verminderung seiner Intensität 8 bis 9 Oscillationen gehabt. Es ist, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerksamkeit der Astronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodischen Veränderlichkeit von η Argûs, ein glücklicher Zufall gewesen, daß die Erscheinung in die Epoche der rühmlichen fünfjährigen Cap-Expedition von Sir John Herschel gefallen ist.

Bei mehreren anderen, sowohl isolirten Fixsternen beobachteten Doppelsternen (Stellarum compos. microm. p. LXXI—LXXIII) sind ähnliche, noch erkannte Lichtveränderungen bemerkt worden. Die Bi uns hier anzuführen begnügen, sind auf wirkliche, Astronomen zu verschiedenen Zeiten angestellte photometr gen und Messungen gegründet: keineswegs aber stabenreihen in Bayer's Uranometrie. Argelander hat lung de fide Uranometriae Bayerianae 18 überzeugend erwiesen, daß Bayer gar nicht den Grun hellen Sterne mit den früheren Buchstaben zu bezeichn Gegentheil in derselben Größenclasse die Buchstaben der Lage so vertheilte, daß er gewöhnlich vom Kop jeglichem Sternbilde zu den Füßen überging. Die Bu Bayer's Uranometrie hat lange den Glauben an di rungen verbreitet von α Aquilae, von Castor der Alphard der Wasserschlange.

Struve (1838) und Sir John Herschel sahen Ca zunehmen. Der Letztere findet die Capella jetzt um t Wega, da er sie vorher immer für schwächer annah auch Galle und Heis in jetziger Vergleichung von Cap Der Letztere findet Wega um 5 bis 6 Stufen, also halbe Größenclasse, schwächer.

Die Veränderungen in dem Lichte einiger Stern stellationen des Großen und Kleinen Bären verdienen merksamkeit. „Der Stern η Ursae majoris", sagt Sir „ist jetzt gewiß unter den 7 hellen Sternen des Gro vorleuchtendste, wenn 1837 noch ε unbestreitbar den nahm." Diese Bemerkung hat mich veranlaßt Herrn so warm und umsichtig mit der Veränderlichkeit des schäftigt, zu befragen. „Aus dem Mittel der 1842 bis 1 von mir angestellten Beobachtungen," schreibt Herr H die Reihenfolge: 1) ε Ursae maj. oder Alioth, 2) α 3) η oder Benetnasch, 4) ζ oder Mizar, 5) β, 6) γ, Helligkeits-Unterschieden dieser 7 Sterne sind sich nc und η: so daß ein nicht ganz reiner Zustand der Luft unsicher machen kann; ζ ist entschieden schwächer al nannten. Die beiden Sterne β und γ, beide merklich ζ, sind unter einander fast gleich; δ endlich, in älter gleicher Größe mit β und γ angegeben, ist um mehr a ordnung schwächer als diese Sterne. Veränderlich i Obgleich der Stern in der Regel heller als α ist, so doch in 3 Jahren 5mal entschieden schwächer als α β Ursae maj. halte ich für veränderlich, ohne bes

1836 genau 2 T. 20 St. 48 Min. 59,416 Sec., die Dauer zwischen + 5441 und + 5442 aber 2 T. 20 St. 48 Min. 55,182 Sec.; jenes entspricht dem Jahre 1784, dieses dem Jahre 1842.

Die hinter den ± Zeichen stehenden Zahlen sind die wahrscheinlichen Fehler. Daß die Abnahme immer rascher wird, zeigen sowohl die letzte Zahl a's alle meine Beobachtungen seit 1847."

12 (S. 158.) Argelander's Formel zur Darstellung aller Beobachtungen der Maxima von Mira Ceti ist nach seiner Mittheilung diese:

„1751 Sept. 9,76 + 331,3363 T. + 10,5 T.

$$\sin\left(\frac{360^0}{11}E + 86^0 23'\right) + 18{,}2\,\text{T}.\sin.\left(\frac{45^0}{11}E + 231^0 42'\right)$$

$$+ 33{,}9\,\text{T}.\sin.\left(\frac{45^0}{22}E + 170^0 19'\right) + 65{,}3\,\text{T}.$$

$$\sin.\left(\frac{15^0}{11}E + 6^0 37'\right):$$

wo E die Anzahl der seit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxima bedeutet und die Coefficienten in Tagen gegeben sind. Für das jetzt laufende Jahr folgt daraus das Maximum:

1751 Sept. 9,76 + 36115,65 T. + 8,44 T. — 12,24 T.
+ 18,59 T. + 27,34 T. = 1850 Sept. 8, 54.

Was am meisten für diese Formel zu sprechen scheint, ist der Umstand, daß mit ihr auch die Beobachtung des Maximums von 1596 (Kosmos Bd. II. S. 227) dargestellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Doch scheint das Gesetz der Lichtveränderung dieses Sternes so complicirt zu sein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das sehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (fast 25) abgewichen ist."

13 (S. 158.) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsberger Universität unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

14 (S. 159.) Zu den frühesten ernsten Bestrebungen, die mittlere Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Cassini, élémens d'Astronomie 1740 p. 66—69.

15 (S. 166.) Newton Philos. Nat. Principia mathem. ed. Le Sour et Jacquier 1760 T. III. p. 671) unterscheidet nur zwei Arten dieser siderischen Erscheinungen: „Stellae fixae quae per vices apparent et evanescunt quaeque paulatim crescunt, videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vices ostendere." Diese Erklärung des Lichtwechsels hatte schon früher Riccioli vorgetragen. Ueber die Vorsicht, mit welcher Periodicität vorausgesetzt werden muß, s. die wichtigen Betrachtungen von Sir John Herschel in der Capreise § 261.

16 (S. 166.) Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 280 und Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 119.

17 (S. 167.) Vergl. Sir John Herschel in der Capreise § 71—78 und outlines of Astronomy § 830 (Kosmos Bd. I. S. 99 und 256).

18 (S. 167.) Brief des Astronomen der Sternwarte zu Washington Lewis.

den Materie gegründet; die Wärmestrahlung der tiefen Erdschichten durch offene Klüfte und unausgefüllte Gangspalten, die Verstärkung electrischer Ströme, eine sehr verschiedene Vertheilung von Meer und Land konnten in den früheſten Epochen des Erdelebens die Wärme-Vertheilung unabhängig machen von der Breite, d. h. von der Stellung gegen einen Centralkörper. Kosmische Betrachtungen dürfen sich nicht einseitig auf astrognostische Verhältnisse beschränken.

Anmerkungen.

1 (S. 145.) De admiranda Nova Stella anno 1572 exorta, in Tychonis Brahe Astronomiae instauratae progymnasmata 1603 p. 298—304 und 578. Ich bin in dem Texte ganz der Erzählung gefolgt, welche Tycho selbst giebt. Der sehr unwichtigen, aber in vielen astronomischen Schriften wiederholten Behauptung, daß Tycho zuerst durch einen Zusammenlauf von Landvolk auf die Erscheinung des neuen Sterns aufmerksam gemacht wurde, durfte daher hier nicht gedacht werden.

2 (S. 145.) Cardanus in seinem Streite mit Tycho stieg bis zu dem Stern der Magier hinauf: welcher mit dem Stern von 1572 identisch sein sollte. Ideler glaubt nach seinen Conjunctions-Berechnungen des Saturn mit dem Jupiter und nach gleichen Vermuthungen, die Kepler bei dem Erscheinen des neuen Sterns im Schlangenträger von 1604 ausgesprochen: daß der Stern der Weisen aus dem Morgenlande, wegen der häufigen Verwechselung von ἀστήρ und ἄστρον, nicht ein einzelner großer Stern, sondern eine merkwürdige Gestirn-Stellung, die große Annäherung zweier hellglänzenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite, gewesen sei. Vergl. Tycho als Progymnasmata p. 324—330 mit Ideler, Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie Bd. II. S. 399—407.)

3 (S. 146.) Progymn. p. 324—330. Tycho gründet sich in seiner Theorie der neuen Sternbildung aus dem komischen Nebel der Milchstraße auch auf die merkwürdigen Stellen des Aristoteles über den Verkehr der Cometenschweife (der dunstförmigen Ausstrahlungen der Cometenkerne) mit dem Galaxias, deren ich schon oben erwähnte (Kosmos B. I. S. 70 und 237 Anm. 18.)

4 (S. 146.) Andere Angaben setzen die Erscheinung in die Jahre 388 oder 398; Jacques Cassini, élémens d'Astronomie 1740 (Étoiles nouvelles) p. 59.

5 (S. 152.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 332.

6 (S. 152.) Kepler de Stella nova in pede Sorp. p. 3.

7 (S. 154.) S. über Beispiele von nicht verschwundenen Sternen Argelander in Schumacher's astronom. Nachr. No. 624 S. 371. Um auch eines *Beispiels aus dem Alterthum* zu gedenken, ist hier zu erinnern, wie *Nachlässigkeit, mit der Aratus* sein poetisches Sternverzeichniß angefertigt

muß man aufzählen als wirksame Ursachen solcher Veränderung
Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdachse: du
gemeinsame Wirkung neue Sterne am Horizont aufsteigen,
unsichtbar werden; 2) die periodische und unperiodische Verä
der Lichtstärke vieler Fixsterne; das Auflodern neuer Ster
denen einige wenige am Himmel verblieben sind; 4) das Krei
scopischer Doppelsterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt.
diesen sich langsam und ungleich in Lichtstärke und Posit
ändernden sogenannten Fixsternen vollenden ihren schnelle
20 Hauptplaneten, von denen fünf zusammen 20 Satelli
bieten. Es bewegen sich also außer den ungezählten, gem
rotirenden Fixsternen 40 bis jetzt (October 1850) aufgefunde
tarische Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen
kommners der Beobachtungskunst Tycho waren nur 7 bekan
200 berechnete Cometen: deren 5 von kurzem Umlauf und
d. h. zwischen den Bahnen der Hauptplaneten eingeschlossen
hätten hier ebenfalls noch als planetarische Körper aufgeführ
können. Sie beleben während ihres meist kurzen Erscheinen
sie dem bloßen Auge sichtbar werden, nächst den eigentlichen
und den neuen als Sterne erster Größe plötzlich auflodernd
körpern, am anziehendsten das an sich schon reiche Bild
stirnten Himmels: ich hätte fast gesagt dessen landschaf
Eindruck.

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixsterne h
schichtlich ganz mit den Fortschritten zusammen, welche die
tungskunst durch Vervollkommnung der Werkzeuge und der
gemacht hat. Das Auffinden dieser Bewegung wurde erst
als man das Fernrohr mit getheilten Instrumenten verband;
der Sicherheit einer Bogen-Minute, die zuerst mit großer Anf
Tycho auf der Insel Hveen seinen Beobachtungen zu geben v
man allmälig zur Sicherheit von einer Secunde und von
dieser Secunde herabstieg: oder durch eine lange Reihe von
getrennte Resultate mit einander vergleichen konnte. Eine so
gleichung stellte Halley mit den Positionen des Sirius, Arctu
Aldebaran an: wie sie Ptolemäus in seinen Hipparchischen Ca
also vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte sich d
selbe berechtigt (1717) eine eigene Bewegung in den
nannten drei Fixsternen zu verkündigen.[2] Die große und
Achtung, welche selbst noch lange nach den Beobachtungen vo
steed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen R
sionen gespendet wurde, regte Tobias Mayer (1756), Maskelyn
und Piazzi (1800) an, Römers Beobachtungen mit den
zu vergleichen.[3] Die eigene Bewegung der Sterne wurde be
schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer Allge

erkannt; aber die genaueren und numerischen Bestimmungen dieser asse von Erscheinungen verdankte man erst 1783 der großen Arbeit n William Herschel, auf Flamsteed's Beobachtungen[4] gegründet, e in noch weit höherem Grade Bessel's und Argelander's glücklicher rgleichung von Bradley's Stern-Positionen für 1755 mit den ueren Catalogen.

Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat r die physische Astronomie eine um so höhere Wichtigkeit, als die- be zu der Kenntniß der Bewegung unseres eigenen Sonnensystems rch die sternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der ichtung dieser Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend vas von dieser Thatsache erfahren haben, wenn die eigene fort- reitende Bewegung der Fixsterne so gering wäre, daß sie allen iseren Messungen entginge. Das eifrige Bestreben, diese Bewegung Quantität und Richtung, die Parallaxe der Fixsterne und re Entfernung zu ergründen, hat am meisten dazu beigetragen, rch Vervollkommnung der mit den optischen Instrumenten verbun- nen Bogentheilungen und der micrometrischen Hülfsmittel, die Be- achtungskunst auf den Punkt zu erheben, zu dem sie sich: bei scharf- miger Benutzung von großen Meridiankreisen, Refractoren und eliometern (vorzugsweise seit dem Jahre 1830), emporgeschwungen hat.

Die Quantität der gemessenen eigenen Bewegung wechselt, wie ir schon im Eingange dieses Abschnitts bemerkt, von dem 20ten heil einer Secunde bis zu fast 8″. Die leuchtenderen Sterne haben oßentheils dabei schwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6ter und er Größe.[5] Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene ewegung offenbart haben, sind: Arcturus 1^m (2″,25), α Cen- uri 1^m (3″,58)[6], μ Cassiopeae 6^m (3″,74), der Doppelstern δ s Eridanus 5.4^m (4″,08); der Doppelstern 61 des Schwans 5.6^m ″,123), von Bessel 1812 durch Vergleichung mit Bradley's Beobach- ngen erkannt; ein Stern auf der Grenze der Jagdhunde[7] und des roßen Bären, No. 1830 des Catalogs der Circumpolarsterne von roombridge, 7^m (nach Argelander 6″,974); ε Indi (7″,74) nach Arrest[8], 2151 Puppis des Schiffes 6^m (7″,871). Das arithmetische ittel[9] der einzelnen Eigenbewegungen der Fixsterne aus allen Zonen, n welche Mädler die Himmelskugel getheilt hat, würde kaum 0″,102 ibersteigen.

Eine wichtige Untersuchung über die „Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von Procyon und Sirius" hat Bessel, dem größten stronomen unserer Zeit, im Jahr 1844, also kurz vor dem Be- innen seiner tödtlichen, schmerzhaften Krankheit, die Ueberzeugung ufgedrängt: „daß Sterne, deren veränderliche Bewegungen in den ervollkommnetsten Instrumenten bemerkbar werden, Theile von Sy- emen sind, welche, vergleichungsweise mit den großen Entfernungen

der Sterne von einander, auf kleine Räume beschränkt sind." Dieser Glaube an die Existenz von Doppelsternen, deren einer ohne Licht ist, war in Bessel, wie meine lange Correspondenz mit ihm bezeugt, so fest, daß sie: bei dem großen Interesse, welches ohnedies jede Erweiterung der Kenntniß von der physischen Beschaffenheit des Fixsternhimmels erregt, die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog. „Der anziehende Körper", sagt der berühmte Beobachter, „muß entweder dem Fixsterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne sehr nahe sein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Masse in sehr kleiner Entfernung von der Sonne sich in den Bewegungen unseres Planetensystems nicht verrathen hat, so wird man auf seine sehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig statthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewiesen." [10] In einem Briefe an mich (Juli 1844) heißt es (ich hatte scherzend einige Besorgniß über die Gespensterwelt der dunklen Gestirne geäußert): „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar nichts gegen das Dasein eben so zahlloser unsichtbarer. Die physische Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypothese dunkler Sterne beseitigt. Man kann die einfache Voraussetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geschwindigkeit nur in Folge einer Kraft statt findet und daß die Kräfte nach den Newtonischen Gesetzen wirken."

Ein Jahr nach Bessel's Tode hat Fuß auf Struve's Veranlassung die Untersuchung über die Anomalien von Procyon und Sirius, theils durch neue Beobachtungen am Ertel'schen Meridian-Fernrohr zu Pulkowa, theils durch Reductionen und Vergleichung mit dem früher Beobachteten, erneuert. Das Resultat ist nach der Meinung von Struve und Fuß [11] gegen die Bessel'sche Behauptung ausgefallen. Eine große Arbeit, die Peters in Königsberg eben vollendet hat, rechtfertigt die Bessel'schen Behauptungen; wie eine ähnliche von Schubert, dem Calculator am nordamerikanischen Nautical Almanac.

Der Glaube an die Existenz nicht leuchtender Sterne war schon im griechischen Alterthume und besonders in der frühesten christlichen Zeit verbreitet. Man nahm an, daß „zwischen den feurigen Sternen, die sich von den Dünsten nähren, sich noch einige andere erdartige Körper bewegen, welche uns unsichtbar bleiben" [12]. Das völlige Verlöschen der neuen Sterne, besonders der von Tycho und Kepler so sorgfältig beobachteten in der Cassiopea und im Schlangenträger, schien dieser Meinung eine festere Stütze zu geben. Weil damals ver-

muthet wurde, der erste dieser Sterne sei schon zweimal vorher und zwar in Abständen von ungefähr 300 Jahren aufgelodert, so konnte die Idee der Vernichtung und völligen Auflösung keinen Beifall finden. Der unsterbliche Verfasser der Mécanique céleste gründet seine Ueberzeugung von dem Dasein nicht leuchtender Massen im Weltall auf dieselben Erscheinungen von 1572 und 1604. „Ces astres devenus invisibles après avoir surpassé l'éclat de Jupiter même, n'ont point changé de place durant leur apparition. (Der Lichtproceß hat bloß in ihnen aufgehört.) Il existe donc dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables et peut-être en aussi grands nombres que les étoiles." [13] Eben so sagt Mädler in den Untersuchungen über die Fixstern-Systeme [14]: „Ein dunkler Körper könnte Centralkörper sein; er könnte wie unsere Sonne in unmittelbarer Nähe nur von dunklen Körpern, wie unsere Planeten sind, umgeben sein. Die von Bessel angedeuteten Bewegungen von Sirius und Procyon nöthigen (?) sogar zu der Annahme, daß es Fälle giebt, wo leuchtende Körper die Satelliten dunkler Massen bilden." Es ist schon früher erinnert worden, daß solche Massen von einigen Anhängern der Emanations-Theorie für zugleich unsichtbar und doch lichtstrahlend gehalten werden; unsichtbar, wenn sie von so ungeheuren Dimensionen sind, daß die ausgesandten Lichtstrahlen (Licht-Moleculen), durch Anziehungskräfte zurückgehalten, eine gewisse Grenze nicht überschreiten können. [15] Giebt es, wie es wohl annehmbar ist, dunkle, unsichtbare Körper in den Welträumen: solche, in welchen der Proceß lichterzeugender Schwingungen nicht statt findet; so müssen diese dunklen Körper nicht in den Umfang unseres Planeten- und Cometen-Systems fallen oder doch nur von sehr geringer Masse sein, weil ihr Dasein sich uns nicht durch bemerkbare Störungen offenbart.

Die Untersuchung der Bewegung der Fixsterne in Quantität und Richtung (der wahren ihnen eigenen Bewegung wie der bloß scheinbaren, durch Veränderung des Orts der Beobachtung in der durchlaufenen Erdbahn hervorgebrachten), die Bestimmung der Entfernung der Fixsterne von der Sonne durch Ergründung ihrer Parallaxen, die Vermuthungen über den Ort im Weltraum, nach dem hin unser Planetensystem sich bewegt: sind drei Aufgaben der Astronomie, welche durch die Hülfsmittel der Beobachtung, deren man sich zu ihrer theilweisen Lösung glücklich bedient hat, in naher Verbindung mit einander stehen. Jede Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden, die man zur Förderung einer dieser schwierigen und verwickelten Arbeiten angewandt hat, ist für die andere ersprießlich geworden. Ich ziehe vor mit den *Parallaxen* und der Bestimmung des Abstandes einiger *Fixsterne zu beginnen*, um das zu vervollständigen, was sich vor-

zugsweise auf unsere jetzige Kenntniß der isolirt stehenden Fi
bezieht.

Schon Galilei hat in dem Anfang des 17ten Jahrhunde
Idee angeregt den, „gewiß überaus ungleichen, Abstand der F
von dem Sonnensysteme zu messen"; ja schon zuerst mit
Scharfsinn das Mittel angegeben die Parallaxe aufzufinden
durch die Bestimmung der Entfernung eines Sternes vom E
punkte oder dem Pole, sondern „durch sorgfältige Vergleichun
Sternes mit einem anderen, sehr nahe stehenden." Es ist
allgemeinen Ausdrücken die Angabe des micrometrischen
dessen sich später William Herschel (1781), Struve und Bessel
haben. „Perchè io non credo", sagt Galilei [16] in dem drit
spräche (Giornata terza), „che tutte le stelle siano sparse
sferica superficie *egualmente distanti da un centro;* ma
che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che
ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune
talchè quando si trovasse col Telescopio *qualche piccio
stella vicinissima ad alcuna delle maggiori*, e che però quell
altissima, *potrebbe accadere, che qualche sensibil mutazion
desse tra di loro.*" Mit dem copernicanischen Weltsysteme w
noch gleichsam die Forderung gegeben, durch Messungen n
den Wechsel der Richtung nachzuweisen, welchen die halbjährig
veränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne in der F
Fixsterne hervorbringen müsse. Da die von Kepler so glüc
nutzten Tychonischen Winkel-Bestimmungen, wenn sie gleich
(wie schon einmal bemerkt) die Sicherheit von einer Bogen-
erreichten, noch keine parallactische Veränderung in der sche
Position der Fixsterne zu erkennen gaben; so diente den C
canern lange als Rechtfertigung der beruhigende Glaube,
Durchmesser der Erdbahn (41 1/3 Millionen geogr. Meilen) zu
sei in Verhältniß der übergroßen Entfernung der Fixsterne.

Die Hoffnung der Bemerkbarkeit einer Parallaxe muß
nach als abhängig erkannt werden von der Vervollkommnu
Seh- und Meßinstrumente und von der Möglichkeit sehr kleine
mit Sicherheit zu bestimmen. So lange man nur einer Mi
wiß war, bezeugte die nicht bemerkte Parallaxe nur,
Fixsterne über 3438 Erdweiten (Halbmesser der Erdbahn,
der Erde von der Sonne) entfernt sein müssen. [17] Diese
Grenze der Entfernung stieg bei der Sicherheit einer Secunde
Beobachtungen des großen Astronomen James Bradley bis
sie stieg in der glänzenden Epoche Fraunhofer'scher Instrume
unmittelbarer Messung von ohngefähr dem 10ten Theil einer
Secunde) bis 2062648 Erdweiten. Die Bestrebungen und s
sinnig ausgedachten Zenithal-Vorrichtungen von Newton's

ſen Robert Hooke (1669) führten nicht zum bezweckten Ziele. Horrebow, welcher Römer's gerettete Beobachtungen bear- nd Flamsteed glaubten Parallaxen von mehreren Secunden zu haben, weil ſie die eigenen Bewegungen der Sterne wahren parallactiſchen Veränderungen verwechſelten. Da- ar der ſcharfſinnige John Michell (Philos. Transact. l. LVII. p. 234—264) der Meinung, daß die Parallaxen ten Fixſterne geringer als 0″,02 ſein müßten und dabei nur 2000malige Vergrößerung erkennbar" werden könnten. Bei erbreiteten Meinung, daß der vorzügliche Glanz eines Sterns ine geringere Entfernung andeuten müſſe, wurden Sterne öße: Wega, Aldebaran, Sirius und Procyon, der Gegen- ht glücklicher Beobachtungen von Calandrelli und dem ver- en Piazzi (1805). Sie ſind denen beizuzählen, welche (1815) in Dublin veröffentlichte und die 10 Jahre ſpäter von Pond nders von Airy widerlegt wurden. Eine ſichere, befriedigende von Parallaxen beginnt erſt, auf micrometriſche Abſtands- n gegründet, zwiſchen den Jahren 1832 und 1838.

leich Peters [18] in ſeiner wichtigen Arbeit über die Entfernung erne (1846) die Zahl der ſchon aufgefundenen Parallaxen zu bt, ſo beſchränken wir uns hier auf die Angabe von 9, die eres, doch aber ſehr ungleiches Vertrauen verdienen und die dem ohngefähren Alter ihrer Beſtimmungen aufführen:

erſten Platz verdient der durch Beſſel ſo berühmt gewordene rn im Sternbilde des Schwans. Der Königsberger Aſtronom n 1812 die große eigene Bewegung, aber erſt 1838 die e dieſes Doppelſternes (unter 6ter Größe) durch Anwendung meters beſtimmt. Meine Freunde Arago und Mathieu machten guſt 1812 bis November 1813 eine Reihe zahlreicher Beob- n, indem ſie zur Auffindung der Parallaxe die Entfernung ns 61 Cygni vom Scheitelpunkt maßen. Sie gelangten durch eit zu der ſehr richtigen Vermuthung, daß die Parallaxe jenes geringer als eine halbe Secunde ſei. [19] Noch in den Jahren d 1816 war Beſſel, wie er ſich ſelbſt ausdrückt, „zu keinem aren Reſultate" gekommen. [20] Erſt die Beobachtungen von 837 bis October 1838 führten ihn durch Benutzung des 1829 lten großen Heliometers zu der Parallaxe von 0″,3483: der ſtand von 592200 Erdweiten und ein Lichtweg von ren entſprechen. Peters beſtätigte (1842) dieſe Angabe, indem 90 fand, aber ſpäter das Beſſel'ſche Reſultat durch Wärme- n in 0″,3744 umwandelte. [21]

Parallaxe des ſchönſten Doppelſternes am ſüdlichen Himmel, ri, iſt durch Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoff- Henderſon 1832, von Maclear 1839 zu 0″,9128 beſtimmt

worden.[22] Er ist demnach der nächste aller bisher gemessenen Fixsterne, dreimal näher als 61 Cygni.

Die Parallaxe von α Lyrae ist lange der Gegenstand der Beobachtungen von Struve gewesen. Die früheren Beobachtungen (1836) gaben[23] zwischen 0″,07 und 0″,18: spätere 0″,2613 und einen Abstand von 771400 Erdweiten mit einem Lichtweg von 12 Jahren;[24] aber Peters hat den Abstand dieses hellleuchtenden Sternes noch viel größer gefunden, da er die Parallaxe nur zu 0″,103 angiebt. Dieses Resultat contrastirt mit einem anderen Stern 1^{m} (α Centauri) und einem 6^{m} (61 Cygni).

Die Parallaxe des Polarsterns ist von Peters nach vielen Vergleichungen in den Jahren 1818 bis 1838 zu 0″,106 bestimmt worden: und um so befriedigender, als sich aus denselben Vergleichungen die Aberration 20″,455 ergiebt.[25]

Die Parallaxe von Arcturus ist nach Peters 0″,127 (Rümker's frühere Beobachtungen am Hamburger Meridiankreise hatten sie um vieles größer gegeben). Die Parallaxe eines anderen Sternes erster Größe, Capella, ist noch geringer: nach Peters 0″,046.

Der Stern 1830 des Catalogus von Groombridge, welcher nach Argelander unter allen bisher am Firmament beobachteten Sternen die größte eigene Bewegung zeigte, hat eine Parallaxe von 0″,226: nach 48 von Peters in den Jahren 1842 und 1843 sehr genau beobachteten Zenithal-Distanzen. Faye hatte sie 5mal größer (1″,08) geglaubt, größer als die Parallaxe von α Centauri.[26]

Fixsterne	Parallaxen	wahrscheinliche Fehler	Namen der Beobachter
α Centauri	0″,913	0″,070	Henderson und Maclear
61 Cygni	0″,3744	0″,020	Bessel
Sirius	0″,230		Henderson
1830 Groombridge	0″,226	0″,141	Peters
ι Ursae maj.	0″,133	0″,106	Peters
Arcturus	0″,127	0″,073	Peters
α Lyrae	0″,207	0″,038	Peters
Polaris	0″,106	0″,012	Peters
Capella	0″,046	0″,200	Peters

Die bisher erlangten Resultate ergeben gar nicht im allgemeinen, die hellsten Sterne zugleich die uns näheren sind. Wenn auch arallaxe von α Centauri die größte aller bis jetzt bekannten ist, ben dagegen Wega der Leier, Arcturus und besonders Capella 3- bis 8mal kleinere Parallaxe als ein Stern 6ter Größe im an. Auch die zwei Sterne, welche nach 2151 Puppis und ϵ die schnellste eigene Bewegung zeigen: der eben genannte Stern Schwans (Bewegung von 5″,123 im Jahr) und No. 1830 von mbridge, den man in Frankreich „Argelander's Stern" nennt gung 6″,974); sind der Sonne 3- und 4mal so fern als α Cen- mit der eigenen Bewegung von 3″,58. Volum, Masse, In- ät des Lichtprocesses, eigene Bewegung 27 und Abstand von em Sonnensystem stehen gewiß in mannigfaltig verwickeltem Ver- isse zu einander. Wenn es daher auch im allgemeinen wahr- lich sein mag, daß die hellsten Sterne die näheren sind; so kann ch im einzelnen sehr entfernte kleine Sterne geben, deren Photo- e und Oberfläche nach der Natur ihrer physischen Beschaffenheit sehr intensiven Lichtproceß unterhalten. Sterne, die wir ihres es wegen zur ersten Ordnung rechnen, können uns daher ent- r liegen als Sterne 4ter bis 6ter Größe. Steigen wir von der chtung der großen Sternenschicht, von welcher unser Sonnen- ein Theil ist, zu dem untergeordneten Particular-Systeme er Planetenwelt oder zu dem noch tieferen der Saturns- und rsmonde stufenweise herab; so sehen wir auch die Centralkörper Massen umgeben, in denen die Reihenfolge der Größe und der sität des reflectirten Lichtes von den Abständen gar nicht ab- gen scheint. Die unmittelbare Verbindung, in welcher unsere so schwache Kenntniß der Parallaxen mit der Kenntniß der ganzen ltung des Weltbaues steht, giebt den Betrachtungen, welche sich ie Entfernung der Fixsterne beziehen, einen eigenen Reiz.

Der menschliche Scharfsinn hat zu dieser Classe von Unter- ngen Hülfsmittel erdacht, welche von den gewöhnlichen ganz ieden sind und, auf die Geschwindigkeit des Lichts ge- et, hier eine kurze Erwähnung verdienen. Der den physikalischen nschaften so früh entrissene Savary hat gezeigt, wie die Aber- n des Lichts bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe t werden könne. Wenn nämlich die Ebene der Bahn, welche ebenstern um den Centralkörper beschreibt, nicht auf der Gesichts- von der Erde zu dem Doppelstern senkrecht steht, sondern nahe ese Gesichtslinie selbst fällt; so wird der Nebenstern in seinem ebenfalls nahe eine gerade Linie zu beschreiben scheinen, und unkte der der Erde zugekehrten Hälfte seiner Bahn werden alle eobachter näher liegen als die entsprechenden Punkte der zweiten, der Erde *abgewandten* Hälfte. Eine solche Theilung in zwei

Hälften bringt nur für den Beobachter (nicht in der Wirklichkeit
ungleiche Geschwindigkeit hervor, in welcher der Nebenstern in
Bahn sich von ihm entfernt oder sich ihm nähert. Ist nun der
messer jener Bahn so groß daß das Licht mehrere Tage oder W
gebraucht, um ihn zu durchlaufen [s. Zus. am Schluß des Bds.]; so
die Zeit der halben Revolution in der abgewandten, entfernteren
größer ausfallen als die Zeit in der dem Beobachter zugekehrten
Die Summe beider ungleichen Zahlen der Dauer bleibt der wa
Umlaufszeit gleich; denn die von der Geschwindigkeit des L
verursachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus
Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Savary's sinnr
Methode, wenn Tage und Theile der Tage in ein Längenmaaß
wandelt werden (3589 Millionen geogr. Meilen durchläuft das
in 24 Stunden), die absolute Größe des Halbmessers der B
und durch die einfache Bestimmung des Winkels, unter welche
Halbmesser sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung
Centralkörpers und seine Parallaxe ableiten.[28]

Wie die Bestimmung der Parallaxe uns über die Abstände
geringen Zahl von Fixsternen u d über die ihnen anzuweisende
im Weltraume belehrt; so leitet die Kenntniß des Maaßes un
Richtung eigener Bewegung, d. h. der Veränderungen, welch
relative Lage selbstleuchtender Gestirne erfährt, auf zwei von ein
abhängige Probleme: die der Bewegung des Sonnensystems [29]
der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Was
bisher nur sehr unvollständig auf Zahlenverhältnisse zurückführen
ist schon deshalb nicht geeignet den ursachlichen Zusammenhang
Klarheit zu offenbaren. Von den beiden eben genannten Probl
hat nur das erste, besonders nach Argelander's trefflichen U
suchungen, mit einem gewissen Grade befriedigender Bestimmthe
löst werden können; das zweite, mit vielem Scharfsinn von M
behandelt, entbehrt, bei dem Spiel so vieler sich ausgleichender K
nach dem eigenen Geständniß dieses Astronomen [30] in der
nommenen Lösung „aller Evidenz eines vollständigen, wissensch
genügenden Beweises".

Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der N
gleichen, der Nutation der Erdachse, der Abirrung des Lichts
einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallactischen
änderung angehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewe
der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folg
Translation des ganzen Sonnensystems im Weltra
und die Folge der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne ist.
der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in seiner g
Abhandlung vom Jahre 1748, findet sich die erste Ahndung
Translation des Sonnensystems und gewissermaßen auch die A

der vorzüglichsten Beobachtungs-Methode. „Wenn man erkennt", heißt es dort [31], „daß unser Planetensystem seinen Ort verändert im absoluten Raume, so kann daraus in der Zeitfolge eine scheinbare Variation in der Angular-Distanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem Falle die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren betheiligt ist; so werden die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert scheinen, obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem in Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren Positionen verändern: und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als die Sterne in einer günstigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befinden. Die Veränderung der relativen Position kann von einer so großen Zahl von Ursachen abhangen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche erkennen wird."

Nachdem seit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Bewegung des Sonnensystems in den Schriften von Tobias Mayer, Lambert und Lalande erörtert worden war, hatte William Herschel das Verdienst zuerst die Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befestigen. Er fand, was durch viele spätere und genauere Arbeiten bestätigt und näher begrenzt worden ist: daß unser Sonnensystem sich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in RA. 260° 44′ und nördlicher Decl. 26° 16′ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Untersuchungen) für 1800: RA. 257° 54′,1, Decl. + 28° 49′,2; für 1850: RA. 258° 23′,5, Decl. + 28° 15′,6; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: RA. 261° 26′,9, Decl. + 37° 35′,5; für 1850: RA. 261° 52′,6, Decl. 37° 33′,0. Nach Gauß [32] fällt die gesuchte Stelle in ein Viereck, dessen Endpunkte sind: RA. 258° 40′, Decl. 30° 40′; 258° 42′ + 30° 57′, 259° 13′ + 31° 9′, 260° 4′ + 30° 32′. Es blieb noch übrig zu versuchen, welches Resultat man erhalten würde, wenn man allein solche Sterne der südlichen Hemisphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieser Untersuchung hat Galloway einen besonderen Fleiß gewidmet. Er hat sehr neue Bestimmungen (1830) von Johnson auf St. Helena und von Henderson am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Bestimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Resultat [33] ist gewesen (für 1790) RA. 260° 0′, Decl. 34° 23; also für 1800 und 1850: 260° 5′ + 34° 22′ und 260° 33′ + 34° 20′. Diese Uebereinstimmung mit den Resultaten aus den nördlichen Sternen ist überaus befriedigend.

Ist demnach die Richtung der fortschreitenden Bewegung unseres

Sonnensystems innerhalb mäßiger Grenzen bestimmt worden, s
steht sehr natürlich die Frage: ob die Fixsternwelt, gruppenwei
theilt, nur aus neben einander bestehenden Partial-Syst
zusammengesetzt sei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein
aller selbstleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, en
mit Masse ausgefüllten oder leeren, unausgefü
Schwerpunkt gedacht werden müsse. Wir treten hier in das
bloßer Vermuthungen: solcher, denen man zwar eine wissensch
Form geben kann; die aber keineswegs, bei der Unvollstän
des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogie
der Evidenz führen können, deren sich andere Theile der Astr
erfreuen. Einer gründlichen mathematischen Behandlung solcher
lösbaren Probleme steht besonders entgegen unsere Unkenntn
Eigenbewegung einer grenzenlosen Menge sehr kleiner Sterne (1
14ⁿ): welche vornehmlich in dem so wichtigen Theile der Stern
der wir angehören, in den Ringen der Milchstraße, z
hellleuchtenden zerstreut erscheinen. Die Betrachtung unserer Pl
kreise: in welchen man von den kleinen Partial-System
Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem hö
dem allgemeinen Sonnensysteme, aufsteigt; hat leicht z
Glauben verleitet: daß man sich die Fixsterne auf eine analoge
in viele einzelne Gruppen getheilt und durch weite Zwische
geschieden, wiederum (in höherer Beziehung solcher Gruppen
einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen
körpers (einer einigen Weltsonne) unterworfen denken könne.
hier berührte, auf die Analogie unseres Sonnensystems gestützte
folge ist aber durch die bisher beobachteten Thatsachen widerle
den vielfachen Sternen kreisen zwei oder mehrere selbstleu
Gestirne (Sonnen) nicht um einander, sondern um einen weit
ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unserem Pl
systeme in so fern etwas ähnliches statt, als die Planeten si
nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers selbst,
um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller Massen des S
bewegen. Dieser gemeinsame Schwerpunkt aber fällt, nach d
tiven Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn,
den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieser Fall tri
figer ein) außerhalb dieses Umfanges.[35] Der Schwerpunkt,
in den Doppelsternen leer ist, ist demnach im Sonnensystem
leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Möglich
Annahme eines dunkeln Centralkörpers im Schwerpunkt der
sterne: oder ursprünglich dunkler, aber schwach durch fremde
erleuchteter, um sie kreisender Planeten ausgesprochen, gehört
vielfach erweiterte Reich der mythischen Hypothesen.

Ernster und einer gründlichen Untersuchung würdiger

Betrachtung: daß, unter der Voraussetzung einer Kreisbewegung sowohl für unser ganzes, seinen Ort veränderndes Sonnensystem als für alle Eigenbewegungen der so verschieden entfernten Fixsterne, das Centrum der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müsse[36], nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In dieser Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr schwacher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den Grad der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Sternschicht ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation des Perseus[37] suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz eines zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe und zwar in der Mitte dieser Gruppe, in oder nahe[38] dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier nicht der Ort die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung[39] einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst, bei seiner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixsternen geprüft: und zugleich Untersuchungen angeregt zu haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des großen Problems selbst führen, doch geeignet sind Licht über verwandte Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

Sonnensystems innerhalb mäßiger Grenzen bestimmt worden, so entsteht sehr natürlich die Frage: ob die Fixsternwelt, gruppenweise vertheilt, nur aus neben einander bestehenden Partial-Systemen zusammengesetzt sei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreisen aller selbstleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Masse ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müsse. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: solcher, denen man zwar eine wissenschaftliche Form geben kann; die aber keineswegs, bei der Unvollständigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren sich andere Theile der Astronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematischen Behandlung solcher schwer lösbaren Probleme steht besonders entgegen unsere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenlosen Menge sehr kleiner Sterne (10^{m} bis 14^{m}): welche vornehmlich in dem so wichtigen Theile der Sternschicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchstraße, zwischen hellleuchtenden zerstreut erscheinen. Die Betrachtung unserer Planetenkreise: in welchen man von den kleinen Partial-Systemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnensysteme, aufsteigt; hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man sich die Fixsterne auf eine analoge Weise, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch weite Zwischenräume geschieden, wiederum (in höherer Beziehung solcher Gruppen gegen einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer einigen Weltsonne) unterworfen denken könne.[34] Die hier berührte, auf die Analogie unseres Sonnensystems gestützte Schlußfolge ist aber durch die bisher beobachteten Thatsachen widerlegt. In den vielfachen Sternen kreisen zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne (Sonnen) nicht um einander, sondern um einen weit außer ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unserem Planetensysteme in so fern etwas ähnliches statt, als die Planeten sich auch nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers selbst, sondern um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller Massen des Systems bewegen. Dieser gemeinsame Schwerpunkt aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieser Fall tritt häufiger ein) außerhalb dieses Umfanges.[35] Der Schwerpunkt, welcher in den Doppelsternen leer ist, ist demnach im Sonnensysteme bald leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Möglichkeit der Annahme eines dunkeln Centralkörpers im Schwerpunkt der Doppelsterne: oder ursprünglich dunkler, aber schwach durch fremdes Licht *erleuchteter*, um sie kreisender Planeten ausgesprochen, gehört in das *vielfach erweiterte* Reich der mythischen Hypothesen.

Ernster und einer gründlichen Untersuchung würdiger ist die

chtung: daß, unter der Voraussetzung einer Kreisbewegung
l für unser ganzes, seinen Ort veränderndes Sonnensystem als
lle Eigenbewegungen der so verschieden entfernten Fixsterne, das
rum der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt
müsse[36], nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In
Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr
cher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment.
nder hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den
der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Stern-
ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation
Herseus[37] suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz
zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwer-
ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt
in der Plejaden-Gruppe und zwar in der Mitte dieser Gruppe,
er nahe[38] dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier
der Ort die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begrün-
[39] einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet
en Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst,
iner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von
als 800 Fixsternen geprüft: und zugleich Untersuchungen ange-
u haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des
n Problems selbst führen, doch geeignet sind Licht über ver-
e Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

worden.[22] Er ist demnach der nächste aller bisher gemessenen Fixsterne, dreimal näher als 61 Cygni.

Die Parallaxe von α Lyrae ist lange der Gegenstand der Beobachtungen von Struve gewesen. Die früheren Beobachtungen (1836) gaben[23] zwischen 0″,07 und 0″,18: spätere 0″,2613 und einen Abstand von 771400 Erdweiten mit einem Lichtweg von 12 Jahren;[24] aber Peters hat den Abstand dieses hellleuchtenden Sternes noch viel größer gefunden, da er die Parallaxe nur zu 0″,103 angiebt. Dieses Resultat contrastirt mit einem anderen Stern 1‴ (α Centauri) und einem 6‴ (61 Cygni).

Die Parallaxe des Polarsterns ist von Peters nach vielen Vergleichungen in den Jahren 1818 bis 1838 zu 0″,106 bestimmt worden: und um so befriedigender, als sich aus denselben Vergleichungen die Aberration 20″,455 ergiebt.[25]

Die Parallaxe von Arcturus ist nach Peters 0″,127 (Rümker's frühere Beobachtungen am Hamburger Meridiankreise hatten sie um vieles größer gegeben). Die Parallaxe eines anderen Sternes erster Größe, Capella, ist noch geringer: nach Peters 0″,046.

Der Stern 1830 des Catalogus von Groombridge, welcher nach Argelander unter allen bisher am Firmament beobachteten Sternen die größte eigene Bewegung zeigte, hat eine Parallaxe von 0″,226: nach 48 von Peters in den Jahren 1842 und 1843 sehr genau beobachteten Zenithal-Distanzen. Faye hatte sie 5mal größer (1″,08) geglaubt, größer als die Parallaxe von α Centauri.[26]

Fixsterne	Parallaxen	wahrscheinliche Fehler	Namen der Beobachter
α Centauri	0″,913	0″,070	Henderson und Maclear
61 Cygni	0″,3744	0″,020	Bessel
Sirius	0″,230		Henderson
1830 Groombridge	0″,226	0″,141	Peters
ι Ursae maj.	0″,133	0″,106	Peters
Arcturus	0″,127	0″,073	Peters
α Lyrae	0″,207	0″,038	Peters
Polaris	0″,106	0″,012	Peters
Capella	0″,046	0″,200	Peters

Die bisher erlangten Resultate ergeben gar nicht im allgemeinen, daß die hellsten Sterne zugleich die uns näheren sind. Wenn auch die Parallaxe von α Centauri die größte aller bis jetzt bekannten ist, so haben dagegen Wega der Leier, Arcturus und besonders Capella eine 3- bis 8mal kleinere Parallaxe als ein Stern 6ter Größe im Schwan. Auch die zwei Sterne, welche nach 2151 Puppis und ε Indi die schnellste eigene Bewegung zeigen: der eben genannte Stern des Schwans (Bewegung von 5″,123 im Jahr) und No. 1830 von Groombridge, den man in Frankreich „Argelander's Stern" nennt (Bewegung 6″,974); sind der Sonne 3- und 4mal so fern als α Centauri mit der eigenen Bewegung von 3″,58. Volum, Masse, Intensität des Lichtprocesses, eigene Bewegung [27] und Abstand von unserem Sonnensystem stehen gewiß in mannigfaltig verwickeltem Verhältnisse zu einander. Wenn es daher auch im allgemeinen wahrscheinlich sein mag, daß die hellsten Sterne die näheren sind; so kann es doch im einzelnen sehr entfernte kleine Sterne geben, deren Photosphäre und Oberfläche nach der Natur ihrer physischen Beschaffenheit einen sehr intensiven Lichtproceß unterhalten. Sterne, die wir ihres Glanzes wegen zur ersten Ordnung rechnen, können uns daher entfernter liegen als Sterne 4ter bis 6ter Größe. Steigen wir von der Betrachtung der großen Sternenschicht, von welcher unser Sonnensystem ein Theil ist, zu dem untergeordneten Particular-Systeme unserer Planetenwelt oder zu dem noch tieferen der Saturns- und Jupitersmonde stufenweise herab; so sehen wir auch die Centralkörper von Massen umgeben, in denen die Reihenfolge der Größe und der Intensität des reflectirten Lichtes von den Abständen gar nicht abzuhangen scheint. Die unmittelbare Verbindung, in welcher unsere noch so schwache Kenntniß der Parallaxen mit der Kenntniß der ganzen Gestaltung des Weltbaues steht, giebt den Betrachtungen, welche sich auf die Entfernung der Fixsterne beziehen, einen eigenen Reiz.

Der menschliche Scharfsinn hat zu dieser Classe von Untersuchungen Hülfsmittel erdacht, welche von den gewöhnlichen ganz verschieden sind und, auf die Geschwindigkeit des Lichts gegründet, hier eine kurze Erwähnung verdienen. Der den physikalischen Wissenschaften so früh entrissene Savary hat gezeigt, wie die Aberration des Lichts bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden könne. Wenn nämlich die Ebene der Bahn, welche der Nebenstern um den Centralkörper beschreibt, nicht auf der Gesichtslinie von der Erde zu dem Doppelstern senkrecht steht, sondern nahe in diese Gesichtslinie selbst fällt; so wird der Nebenstern in seinem Laufe ebenfalls nahe eine gerade Linie zu beschreiben scheinen, und die Punkte der der Erde zugekehrten Hälfte seiner Bahn werden alle dem Beobachter näher liegen als die entsprechenden Punkte der zweiten, von der Erde abgewandten Hälfte. Eine solche Theilung in zwei

21 (S. 181.) Dieſe 0″,3744 geben nach Argelander: Abſtand des Doppelſterns 61 Cygni von der Sonne 550,900 mittlere Abſtände der Erde von der Sonne oder 11394000 Millionen Meilen; eine Diſtanz, die das Licht in 8177 mittleren Tagen durchläuft. Durch die 3 auf einander folgenden Angaben der Beſſel'ſchen Parallaxen 0″,3136; 0″,3483 und 0″,3744, iſt uns (ſcheinbar) der berühmte Doppelſtern allmälig näher gekommen, in Lichtwegen von 10, 9¼ und 8⁷/₁₀ Jahren.

22 (S. 182.) Sir John Herſchel, outlines of Astronomy p. 545 und 551. Mädler, (Aſtronomie S. 425) giebt für α Cent. ſtatt 0″,9128 die Parallaxe 0″,9213.

23 (S. 182.) Struve, Stell. compos. Mens. microm. p. CLXIX bis CLXXII. Airy hält die Parallaxe von α Lyrae, welche Peters ſchon bis 0″,1 vermindert hat, für noch kleiner: d. h. für zu gering, um für unſere jetzigen Inſtrumente meßbar zu ſein. Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. I. p. 270.)

24 (S. 182.) Struve über Micrometer-Meſſungen im großen Refractor der Dorpater Sternwarte (Oct. 1839) in Schumacher's aſtron. Nachrichten No. 396 S. 178.

25 (S. 182.) Peters in Struve, Astr. stellaire p. 100.

26 (S. 182.) A. a. O. p. 101.

27 (S. 183.) Vergl. über das Verhältniß der Größe eigener Bewegung zur Nähe der helleuchtendſten Sterne. Struve, Stellarum compositi Mensurae micrometricae p. CLXIV.

28 (S. 184.) Savary in der Connaissance des tems pour 1830 p. 56—69 und p. 163—171, und Struve a. a. O. p. CLXIV.

29 (S. 184.) Kosmos Bd. I. S. 94 und 254.

30 (S. 184.) Mädler, Aſtronomie S. 414.

31 (S. 185.) Arago hat Annuaire pour 1842 p. 383) zuerſt auf dieſe merkwürdige Stelle Bradley's aufmerkſam gemacht. Vergl. in demſelben Annuaire den Abſchnitt über die Translation des ganzen Sonnenſyſtems p. 389—399.

32 (S. 185.) Nach einem Briefe an mich, ſ. Schumacher's aſtron. Nachrichten No. 622 S. 348.

33 (S. 185.) Galloway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

34 (S. 186.) Von dem Werth und Unwerth ſolcher Anſichten handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnenſyſtems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 39.

35 (S. 186.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 149 (Mädler, Aſtronomie S. 400).

36 (S. 187.) Argelander a. a. O. S. 42; Mädler, Centralſonne S. 9 und Aſtronomie S. 403.

37 (S. 187.) Argelander a. a. O. S. 43 und in Schumacher

ron. Nachr. No. 566. Nicht durch numerische Untersuchungen geleitet, dern nach phantasiereichen Ahndungen hatten früh schon, Kant den Sirius, nbert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centralkörper unserer rnenschicht erklärt. Struve, Astronomie stellaire p. 17 No. 19.

38 (S. 187.) Mädler, Astr. S. 380, 400, 407 und 414; dessen Centralsonne 1846 S. 44—47; dessen Untersuchungen über die Fixsternsysteme Th. II. 1848 S. 183—185. (Alcyone liegt RA. 54° 30′, Decl. 36′ für das Jahr 1840.) Wäre die Parallaxe der Alcyone wirklich 0″,0065; würde ihre Entfernung $31^1/_2$ Millionen Halbmesser der Erdbahn betragen: also 50mal entfernter von uns sein, als nach Bessel's ältester Bestimmung Abstand des Doppelsterns 61 Cygni ist. Das Licht, welches in 8′ 18″,2 n der Sonne zur Erde kommt, würde dann 500 Jahre von der Alcyone zur de brauchen. Die Phantasie der Griechen gefiel sich in wilden Schätzungen n Fallhöhen. In des Hesiodus Theogonia v. 722—725 heißt es m Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte dereinst eherner Amboß fiele vom Himmel herab, am zehenten käm' er zur Erde....." r Fallhöhe in 777600 Zeitsecunden entsprechen für den Amboß 77356 geogr. eilen (mit Rücksicht auf die, in planetarischen Entfernungen starke Abnahme Anziehungskraft der Erde nach Galle's Berechnung), also das $1^1/_2$fache der tfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Ilias I, 592 fiel Hephästos on in Einem Tage auf Lemnos herab, „und athmete nur noch ein wenig." Die nge der vom Olymp zur Erde herabhangenden Kette, an der alle Götter verhen sollen den Zeus herabzuziehen (Ilias VIII, 18), bleibt unbestimmt; es nicht ein Bild der Himmelshöhe, sondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

39 (S. 187.) Vergl. die Zweifel von Peters in Schumacher's ron. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herschel in den outl. of tr. p. 589: „In the present defective state of our knowledge respecg the proper motion of the smaller stars, we cannot but regard all empts of the kind as to a certain extent premature, though by no ans to be discouraged as forerunners of something more decisive."

VI.

Die vielfachen oder Doppelsterne. — Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geahndeten allgemeineren, höheren, zu den speciellen, niederen herabsteigt; so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehre selbstleuchtende Weltkörper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung um einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelsterne [1] erkannte, waren solche Bewegungen in geschlossenen Curven nur in unserem planetenreichen Sonnensystem bekannt. Auf diese scheinbare Analogie wurden voreilige Schlüsse gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelstern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine sehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht gestattet (wie in Castor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); so mußte diese Benennung sehr natürlich zwei Classen von Sternpaaren begreifen: solche, die durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert scheinen, aber ganz verschiedenen Abständen und Sternschichten zugehören; und solche, welche, einander näher gerückt, in gegenseitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechselwirkung zu einander stehen und demnach ein eigenes, partielles Sternsystem bilden. Die ersteren nennt man nach nun schon langer Gewohnheit optische, die zweite Classe physische Doppelsterne. Bei sehr großer Entfernung und bei Langsamkeit der elliptischen Bewegung können mehrere der letzteren mit den ersteren verwechselt werden. Alcor: ein dem die arabischen Astronomen sich viel beschäftigt haben, weil der *kleine Stern* bei sehr reiner Luft und scharfen Gesichtsorganen dem *bloßen Auge* sichtbar wird, bildet (um hier an einen sehr bekannten *Gegenstand* zu erinnern) mit ζ im Schwanz des Großen Bären

sten Sinne des Worts eine solche optische Verbindung ohne
re physische Abhängigkeit. Von Schwierigkeit des Trennens,
e dem unbewaffneten Auge darbieten die sehr ungleiche Licht-
ıstät nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberstrahlung und
Sternschwänze, wie die organischen Fehler, die das un-
liche Sehen hervorbringen, habe ich schon oben im 2ten und
Abschnitte gehandelt.[2]

Galilei, ohne die Doppelsterne zu einem besonderen Gegenstande
teleskopischen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die
Schwäche seiner Vergrößerungen würde gehindert haben), er-
t in einer berühmten, schon von Arago bezeichneten Stelle der
ıata terza seiner Gespräche den Gebrauch, welchen die Astro-
n von optischen Doppelsternen (quando si trovasse nel tele-
o qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle
ziori) zur Auffindung einer Fixstern-Parallaxe machen
en.[3] Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den
ıverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt: wenn man die-
n ausschließt, welche weiter als 32″ von einander abstehen; jetzt,
rt Jahre später, sind (Dank sei es hauptsächlich den großen Ar-
i von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in
ı Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten[4] beschrie-
Doppelsternen gehören: ζ Ursae maj. (7 Sept. 1700 von Gott-
Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α
norum (1719), 61 Cygni (1753, wie die beiden vorigen, von
ley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), p Ophiuchi,
ieri ..... Es vermehrten sich allmälig die aufgezählten Doppel-
: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis
Sterncatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei
sinnig ahndende und combinirende Denker, Lambert („Photo-
a“ 1760; „kosmologische Briefe über die Einrichtung des Welt-
“ 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst
elsterne: verbreiteten aber zuerst richtige Ansichten über die
ctions-Beziehungen der Sterne in partiellen binären Syste-
Lambert wagte wie Kepler, die Vermuthung, daß die fernen
en (Fixsterne) wie die unsrige von dunkeln Weltkörpern, Pla-
und Cometen, umgeben seien; von den einander nahe stehenden
rnen aber glaubte[5] er, so sehr er auch sonst zur Annahme dunkler
altkörper geneigt scheint, „daß sie in einer nicht zu langen Zeit
Revolution um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt vollende-
Michell[6], der von Kant's und Lambert's Ideen keine Kenntniß
, wandte zuerst und mit Scharfsinn die Wahrscheinlichkeits-
ung auf enge Sterngruppen: besonders auf vielfache Sterne,
e und *quaternäre*, an; er zeigte, wie 500,000 gegen 1 zu wetten
ıß die Zusammenstellung von 6 Hauptsternen der Plejaden nicht

vom Zufalle herrühre, daß vielmehr ihre Gruppirung in einer
Beziehung der Sterne gegen einander gegründet sein müsse.
der Existenz von leuchtenden Sternen, die sich um einander b
so gewiß, daß er diese partiellen Sternsysteme zu sinnreicher
einiger astronomischen Aufgaben anzuwenden vorschlägt.[7]

Der Manheimer Astronom Christian Mayer hat das gro
dienst, auf dem sicheren Wege wirklicher Beobachtungen die
sterne zuerst (1778) zu einem besonderen Ziele seiner Bestr
erhoben zu haben. Die unglücklich gewählte Benennung v
Stern-Trabanten und die Beziehungen, welche er zwischen
zu erkennen glaubte, die von Arcturus $20^1/_2$ bis 2^0 55, a
setzten ihn bitteren Angriffen seiner Zeitgenossen, und unte
dem Tadel des großen und scharfsinnigen Mathematikers
Fuß, aus. Das Sichtbar-Werden dunkler planetarischer K
reflectirtem Lichte war bei so ungeheurer Entfernung allerdi
wahrscheinlich. Man achtete nicht auf die Resultate sorgfälti
stellter Beobachtungen, weil man die systematische Erklärung
scheinungen verwarf; und doch hatte Christian Mayer in ein
theidigungsschrift gegen den Pater Maximilian Hell, Direc
kaiserlichen Sternwarte zu Wien, ausdrücklich erklärt: „daß di
Sterne, welche den großen so nahe stehen, entweder erleucht
sich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der Hauptst
sein Begleiter, zwei um einanderkreisende, selbstleuchtende
seien.“ Das Wichtige von Christian Mayer's Arbeit ist lan
seinem Tode von Struve und Mädler dankbar und öffentli
kannt worden. In seinen beiden Abhandlungen: Vertheil
neuer Beobachtungen von Fixsterntrabanten (17
Diss. de novis in coelo sidereo phaenomenis
sind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beschrieben, unter d
einen geringeren Abstand als 32″ haben. Die meisten derse
von Christian Mayer neu entdeckt durch das vortreffliche ac
Fernrohr des Manheimer Mauer-Quadranten; „manche gehö
jetzt zu den schwierigsten Objecten, welche nur kräftige Inst
darzustellen vermögen: wie o und 71 Herculis, ε 5 Lyrae
Piscium.“ Mayer maß freilich nur am Meridian-Instrume
man aber noch lange nach ihm gethan) Abstände in Recta
und Declination; und wies aus seinen wie aus den Beoba
früherer Astronomen Positionsveränderungen nach, von derer
rischem Werthe er irriger Weise nicht abzog, was (in einzelnen
der eigenen Bewegung der Sterne angehörte.[8]

Diesen schwachen, aber denkwürdigen Anfängen folgte
Herschel's Riesenarbeit über die vielfachen Sterne. Sie umf
lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn wenn a
erste Verzeichniß von Herschel's Doppelsternen vier Jahre sp

tian Mayer's Abhandlung über denselben Gegenstand veröffentlicht
e; so reichen des Ersteren Beobachtungen doch bis 1779: ja,
man die Untersuchungen über das Trapezium im großen Nebel-
des Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Fast alles was wir
von der vielfältigen Gestaltung der Doppelsterne wissen, wurzelt
länglich in Sir William Herschel's Arbeit. Er hat in den Cata-
von 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meist von ihm
entdeckte, in Position und Distanz bestimmte Doppelsterne auf-
t9; sondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der An-
ist, er hat seinen Scharfsinn und Beobachtungsgeist auch schon
llem dem geübt, was sich auf die Bahn, die vermuthete Um-
zeit, auf Helligkeit, Farben-Contrast, und Classification nach
e der gegenseitigen Abstände bezieht. Phantasiereich und doch
r mit großer Vorsicht fortschreitend, sprach er sich erst im Jahr
, indem er optische und physische Doppelsterne unterschied, vor-
über die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu seinem
ren Begleiter aus. Den ganzen Zusammenhang der Erschei-
en entwickelte er erst neun Jahre später in dem 93sten Bande
Philosophical Transactions. Es wurde nun der Be-
von partiellen Sternsystemen festgesetzt, in denen mehrere Sonnen
ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Das mächtige
en von Anziehungskräften, das in unserem Sonnensystem sich
um Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen)
ckt, ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von
in der Entfernung von 28 Neptunsweiten (d. i. von 853 Erd-
n oder 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt,
bart sich auch in der Bewegung des Doppelsterns 61 des
ans: welcher 18240 Neptunsweiten (550900 Erdweiten oder
4000 Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0",3744,
der Sonne entfernt ist. Wenn aber auch Sir William Herschel
rsachen und den allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen
roßer Klarheit erkannte; so waren doch in dem ersten Jahrzehnt
19ten Jahrhunderts die Positionswinkel, welche sich aus den
en Beobachtungen und aus den nicht sorgfältig genug benutzten
en Sterncatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen
den, als daß die einzelnen numerischen Verhältnisse der Um-
zeiten oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten.
John Herschel erinnert selbst an die so unsicheren Angaben der
ufszeiten von α Geminorum (334 Jahre statt nach Mädler[10]
von γ Virginis (708 statt 169); und von γ Leonis (1424 des
n Catalogs von Struve): einem prachtvollen Sternpaar, gold-
n und röthlich grün (1200 Jahre).
Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätig-
und durch *vervollkommnete* Instrumente (besonders durch Micro-

meter-Apparate) unterstützt, die eigentlichen specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Vater (1813 bis 1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte sein erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demselben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen unterhalb 32″, von welchen nur etwa $^1/_8$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: Stellarum compositarum Mensurae micrometricae.[11] Es enthält, da mehrere, unsicher beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines vierjährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche machenden Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden.[12] Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gemacht, auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthaltend, Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Memoirs übergegeben hat.[13] In diesen europäischen Verzeichnissen sind die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 1825 gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem halben Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, besonders binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische und physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geschätzt werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche Heliometer beobachteten; die von Argelander[14] zu Abo (1827—1835), von Encke und Galle zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Catalogus von 1837), von Mädler in Dorpat und Michell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17-füßigen Münchener Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einandergerückten Sternen in unmittelbarer Attractions-Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bahnen bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind, ist eine wichtige, aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die

Richtung der für unser Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optischen, nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume ein (gemeinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun mit ihren Trabanten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung gemacht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte, gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert[15] kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $1/16$, das neueste bereits $1/9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme: nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orion) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extratropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile.“ Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegelteleskope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $3/4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen dem geübtesten Beobachter durchforscht worden.[16]

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke[17] folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver

vom Zufalle herrühre, daß vielmehr ihre Gruppirung in
Beziehung der Sterne gegen einander gegründet sein
der Existenz von leuchtenden Sternen, die sich um eina
so gewiß, daß er diese partiellen Sternsysteme zu sinn
einiger astronomischen Aufgaben anzuwenden vorschlägt

Der Manheimer Astronom Christian Mayer hat d
dienst, auf dem sicheren Wege wirklicher Beobachtunge
sterne zuerst (1778) zu einem besonderen Ziele seiner
erhoben zu haben. Die unglücklich gewählte Benennu
stern-Trabanten und die Beziehungen, welche er zw
zu erkennen glaubte, die von Arcturus $20^1/_2$ bis 20
setzten ihn bitteren Angriffen seiner Zeitgenossen, und
dem Tadel des großen und scharfsinnigen Mathemati
Fuß, aus. Das Sichtbar-Werden dunkler planetarisc
reflectirtem Lichte war bei so ungeheurer Entfernung
wahrscheinlich. Man achtete nicht auf die Resultate so
stellter Beobachtungen, weil man die systematische Erkl
scheinungen verwarf; und doch hatte Christian Mayer
theidigungsschrift gegen den Pater Maximilian Hell,
kaiserlichen Sternwarte zu Wien, ausdrücklich erklärt: „
Sterne, welche den großen so nahe stehen, entweder e
sich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der H
sein Begleiter, zwei um einanderkreisende, selbstleucht
seien." Das Wichtige von Christian Mayer's Arbeit
seinem Tode von Struve und Mädler dankbar und ö
kannt worden. In seinen beiden Abhandlungen: Ve
neuer Beobachtungen von Fixsterntrabante
Diss. de novis in coelo sidereo phaenom
sind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beschrieben, u
einen geringeren Abstand als 32" haben. Die meisten
von Christian Mayer neu entdeckt durch das vortrefflic
Fernrohr des Manheimer Mauer-Quadranten; „manch
jetzt zu den schwierigsten Objecten, welche nur kräftig
darzustellen vermögen: wie o und 71 Herculis, ε 5
Piscium." Mayer maß freilich nur am Meridian-Ins
man aber noch lange nach ihm gethan) Abstände in
und Declination; und wies aus seinen wie aus den
früherer Astronomen Positionsveränderungen nach, von
rischem Werthe er irriger Weise nicht abzog, was (in ein
der eigenen Bewegung der Sterne angehörte.[8]

Diesen schwachen, aber denkwürdigen Anfängen f
Herschel's Riesenarbeit über die vielfachen Sterne. Si
lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn v
erste Verzeichniß von Herschel's Doppelsternen vier

Mayer's Abhandlung über denselben Gegenstand veröffentlicht
o reichen des Ersteren Beobachtungen doch bis 1779: ja,
n die Untersuchungen über das Trapezium im großen Nebel-
Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Fast alles was wir
der vielfältigen Gestaltung der Doppelsterne wissen, wurzelt
sich in Sir William Herschel's Arbeit. Er hat in den Cata-
n 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meist von ihm
bdeckte, in Position und Distanz bestimmte Doppelsterne auf-
sondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der An-
er hat seinen Scharfsinn und Beobachtungsgeist auch schon
dem geübt, was sich auf die Bahn, die vermuthete Um-
auf Helligkeit, Farben-Contrast, und Classification nach
er gegenseitigen Abstände bezieht. Phantasiereich und doch
it großer Vorsicht fortschreitend, sprach er sich erst im Jahr
dem er optische und physische Doppelsterne unterschied, vor-
er die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu seinem
Begleiter aus. Den ganzen Zusammenhang der Erschei-
ntwickelte er erst neun Jahre später in dem 93sten Bande
losophical Transactions. Es wurde nun der Be-
partiellen Sternsystemen festgesetzt, in denen mehrere Sonnen
n gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Das mächtige
von Anziehungskräften, das in unserem Sonnensystem sich
Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen)
ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von
der Entfernung von 28 Neptunsweiten (d. i. von 853 Erd-
er 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt,
sich auch in der Bewegung des Doppelsterns 61 des
: welcher 18240 Neptunsweiten (550900 Erdweiten oder
) Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0",3744,
Sonne entfernt ist. Wenn aber auch Sir William Herschel
hen und den allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen
Klarheit erkannte; so waren doch in dem ersten Jahrzehnt
n Jahrhunderts die Positionswinkel, welche sich aus den
Beobachtungen und aus den nicht sorgfältig genug benutzten
Sterncatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen
, als daß die einzelnen numerischen Verhältnisse der Um-
n oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten.
n Herschel erinnert selbst an die so unsicheren Angaben der
eiten von α Geminorum (334 Jahre statt nach Mädler[10]
γ Virginis (708 statt 169); und von γ Leonis (1424 des
atalogs von Struve): einem prachtvollen Sternpaar, gold-
nd röthlich grün (1200 Jahre).

William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätig-
durch vervollkommnete Instrumente (besonders durch Micro-

meter-Apparate) unterstützt, die eigentlichen specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Vater (1813 bis 1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte sein erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demselben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen unterhalb 32″, von welchen nur etwa $^1/_6$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: Stellarum compositarum Mensurae micrometricae.[11] Es enthält, da mehrere, unsicher beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines vierjährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche machenden Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden.[12] Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegelteleskop gemacht, auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthaltend, Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Memoirs übergegeben hat.[13] In diesen europäischen Verzeichnissen sind die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 1825 gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem halben Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, besonders binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische und physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geschätzt werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche Heliometer beobachteten; die von Argelander[14] zu Abo (1827—1835), von Encke und Galle zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Catalogus von 1837), von Mädler in Dorpat und Michell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17-füßigen Münchener Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einandergerückten Sternen in unmittelbarer Attractions-Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bahnen bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind, ist eine wichtige, aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder bis

Richtung der für unser Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optischen, nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume ein (gemeinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun mit ihren Trabanten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung gemacht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte, gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert[15] kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $1/16$, das neueste bereits $1/9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme: nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orion) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extratropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile.“ Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $3/4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen dem geübtesten Beobachter durchforscht worden.[16]

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke[17] folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver

Anmerkungen.

1 (S. 192.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 94—96 und 254. (Struve über Doppelsterne nach Dorpater Micrometer-Messungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

2 (S. 193.) Kosmos Bd. III. S. 42—43, 70—73 und 109—111. Als merkwürdige Beispiele von der Schärfe der Sehorgane ist noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Möstlin mit bloßen Augen 14, und schon einige der Alten 9 Sterne in dem Siebengestirn mit bloßen Augen erkannten. Mädler, Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 36.)

3 (S. 193.) Kosmos Bd. III. S. 179. Auch Dr. Gregory von Edinburg empfiehlt 1675 (also 33 Jahre nach Galilei's Hinscheiden) dieselbe paralactische Methode; vergl. Thomas Birch, the history of the Royal Society Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748) spielt auf diese Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

4 (S. 193.) Mädler, Astronomie S. 477.

5 (S. 193.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 400.

6 (S. 193.) An Inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed Stars, from the quantity of Light which they afford us, and the particular circumstances of their situation, by the Rev. John Michell; in den Philos. Transact. Vol. LVII. p. 234—261.

7 (S. 194.) John Michell a. a. O. p. 238: „If it should hereafter be found, that any of the stars have others revolving about them (for no satellites by a borrowed light *could possibly be visible*), we should then have the means of discovering....." Er läugnet in der ganzen Discussion, daß einer der zwei kreisenden Sterne ein dunkler, fremdes Licht reflectirender Planet sein könne, weil beide uns trotz der Ferne sichtbar werden. Er vergleicht die Dichtigkeit beider, von denen er den größeren den Central star nennt, mit der Dichtigkeit unserer Sonne: und bezieht das Wort Satellit nur auf die Idee des Kreisens, auf die einer wechselseitigen Bewegung; er spricht von der „greatest apparent elongation of those stars, that revolved about the others as satellites." Ferner heißt es p. 243 und 249: „We may conclude with the highest probability (the odds against the contrary opinion being many million millions to one) that stars form a kind of system by mutual gravitation. It is highly probable in particular, and

next to a certainty in general, that such double stars as appear to consist of two or more stars placed near together, are under the influence of some general law, such perhaps as gravity ....." (Vergl. auch Arago im Annuaire 1834 p. 308, Ann. 1842 p. 400.) Den numerischen Resultaten der Wahrscheinlichkeits-Rechnung, welche Michell angiebt, muß man einzeln keine große Sicherheit zuschreiben: da die Voraussetzungen, daß es 230 Sterne am ganzen Himmel gebe, welche an Lichtstärke dem β Capricorni, und 1500, welche der Lichtstärke der 6 größeren Plejaden gleich seien, keine Richtigkeit haben. Die geistreiche cosmologische Abhandlung von John Michell endigt mit dem sehr gewagten Versuch einer Erklärung des Funkelns der Fixsterne durch eine Art von „Pulsation in materiellen Licht-Ausstößen": einer nicht glücklicheren als die, welche Simon Marius, einer der Entdecker der Jupiterstrabanten (Kosmos Bd. II. S. 221 und 328), am Ende seines Mundus Jovialis (1614) gegeben hatte. Michell hat aber das Verdienst, darauf aufmerksam gemacht zu haben (p. 263), daß das Funkeln immer mit Farbenveränderung verbunden ist: „besides their brigthness there is in the twinkling of the fixed stars a change of colour." (S. Kosmos Bd. III. S. 79.)

8 (S. 194.) Struve im receuil des actes de la Séance publique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, le 29 déc. 1832, p. 48—50; Mädler, Astr. S. 478.

9 (S. 195.) Philos. Transact. for the year 1782 p. 40 bis 126, for 1783 p. 112—124, for 1804 p. 87. Ueber die Begründung dieser von William Herschel beobachteten 846 Doppelsterne vergl. Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 59 und desselben Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. I. 1847 S. 7.

10 (S. 195.) Mädler a. a. O. Th. I. S. 255. Man hat für Castor: 2 alte Beobachtungen von Bradley 1719 und 1759 (die erste gemeinschaftlich mit Pond, die zweite mit Maskelyne), 2 von Herschel dem Vater von 1779 und 1803. Für die Umlaufszeit von γ Virginis s. Mädler, Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 234—240.

11 (S. 196.) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234—248. Es sind im ganzen 2641 + 146, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrbuch 1839 S. 64).

12 (S. 196.) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capreise) p. 165—303.

13 (S. 196.) A. a. O. p. 167 und 242.

14 (S. 196.) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener Bewegung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stellarum fixarum positiones mediae ineunte anno 1850, ex observ. Aboae habitis (Helsingforsiae 1825). Auf 600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl der zu Pulkowa seit 1837 in der Nord-Hemisphäre des Himmels neu entdeckten vielfachen Sterne an.

15 (S. 197.) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein

größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellung
achtet worden iſt; Mädler, Aſtr. S. 394, 490 und
durch Anwendung der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung au
ſe, je nachdem die gegenſeitigen Abſtände in den Sternpaaren
8", oder 16" bis 32" ſind, giebt Struve in Mens. micr
ſtände, welche kleiner als 0",8 ſind, werden geſchätzt; und B
hen künſtlichen Doppelſternen haben dem Beobachter die Hoff
ß dieſe Schätzungen meiſt bis 0",1 ſicher ſind. Struve, ü
ne nach Dorpater Beobachtungen S. 29.

16 (S. 197.) John Herſchel, Capreiſe p. 166.

17 (S. 197.) Struve, Mensuraemicrom. p. LXXVI

18 (S. 198.) John Herſchel, outlines of Astr. p.

19 (S. 198.) Zwei Gläſer, welche Complementar-Farben d
, wenn man dieſelben auf einander legt, weiße Sonnen
n Freund hat ſich, während meines langen Aufenthalts
rwarte, dieſes Mittels mit vielem Vortheil ſtatt der Blen
htung von Sonnenfinſterniſſen und Sonnenflecken bedient.
th mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett.

ière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la d
einte *complémentaire* de la première. C'est là le *co*
me le rouge n'est presque jamais pur, on peut ont a
que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleur
Spectre solaire se substituent." (Arago, Handſchrift v

20 (S. 198.) Arago in der Connaissance des t
1828 p. 299—300; in dem Annuaire pour 1834 p. 246—2
p. 347—350. „Les exceptions que je cite, prouvent que j'a
n, en 1825, de n'introduire la notion physique du *con*
estion des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserv
couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des ob
eillies jusqu' ici que le firmament est non seulement p
ils *rouges* et *jaunes*, comme le savaient les anciens, m
eils *bleus* et *verts*. C'est au temps et à des observati
s apprendre si les étoiles vertes ou bleues ne sont p
à en voie de décroissance; si les différentes nuances
n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différens
teinte, avec excès des rayons les plus réfrangibles, que
vent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbant
sphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairem
plus brillante, qu'elle accompagne." (Arago im Annua
p. 295—301.)

21 (S. 198.) Struve (über Doppelſterne nach D
obachtungen 1837 S. 33—36 und Mensurae microm
zählt 68 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläu
denen also die Farbe nicht Folge des Contraſtes ſein kan

gezwungen ist die Farben-Angaben desselben Sternpaares von verschiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; so wird es besonders auffallend, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptsternes von einem Beobachter blau, von anderen grün genannt worden ist.

22 (S. 198.) Arago im Annuaire pour 1834 p. 302.

23 (S. 198.) Kosmos Bd. III. S. 111—112.

24 (S. 199.) „This superb double star (*α Cent.*) is beyond all comparison the most striking object of the kind in the heavens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or orange colour, though that of the smaller is of a somewhat more sombre and brownish cast." Sir John Herschel, Capreise p. 300. Nach den schönen Beobachtungen von Capitän Jacob (Bombay Engineers, in den Jahren 1846—1848) ist aber der Hauptstern 1^m, der Begleiter 2^m,5 bis 3^m geschätzt; Transactions of the Royal Society of Edinburgh Vol. XVI. 1849 p. 451.

25 (S. 199.) Kosmos Bd. III. S. 156, 164 und 172.

26 (S. 199.) Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beobachtungen S. 33.

27 (S. 199.) A. a. O. S. 36.

28 (S. 199.) Mädler, Astronomie S. 517; John Herschel, outlines of Astronomy p. 568.

29 (S. 200.) Vergl. Mädler, Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. I. S. 225—275, Th. II. S. 235—240; derselbe in der Astronomie S. 541; John Herschel, outl. of Astr. p. 573.

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternha
— Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebe
vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. — Die s
schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsg

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllen
körpern giebt es neben denen, welche mit Sternlicht glän
leuchtenden oder bloß planetarisch erleuchteten; isolirt stehe
vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwer
senden Sternen) auch Massen mit *milderem, matter*
schimmer.[1] Bald als scharf begrenzte, scheibenförmige Lic
auftretend, bald unförmlich und vielgestaltet über große
gossen: scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten
von den Weltkörpern verschieden, welche wir in den letzter
schnitten der Astrognosie umständlich behandelt haben. Wi
neigt ist aus der beobachteten, bisher unerklärten, Bewe
sehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu *schl*
haben Erfahrungen über die *Auflöslichkeit* einer bet
Zahl von Nebelflecken in der neuesten Zeit zu *Schlußfo*
die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja alles kosmischen
Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke
leuchtende dunstartige Materie; oder ferne, eng zusammen
rundliche *Sternhaufen* sein: immer bleiben sie für die
der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Him
ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination
übersteigt schon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten
Breite von acht Mond-Durchmessern. Nach William Herschs
Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens $1/270$
sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen,
Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach
unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren brauc
uns zu gelangen: Auf Abstände, zu deren Ausmessung
fionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriusweiten ode

nungen von den Doppelsternen des Schwans und des Cen-
) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugel-
e Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration
an ein räthselhaftes Spiel von Gravitations-Kräften, denen
orchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebel-
, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die
keit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter
e. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand
hr beschauenden als messenden Astronomie ist in gleichem
geeignet, die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß
mbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die
hung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete
pfung in zeitlicher Reihenfolge uns Einsicht in das Werden
nbaren verheißt.

ie historische Entwicklung unserer gegenwärtigen Kenntniß von
belflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte
turwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt
hlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren
n vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des
hrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharf-
t John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrach-
ährend Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die
sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der An-
g des teleskopischen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger
er der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus
etem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: „caeli
am tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit
Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam
re“; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-
, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren
bekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne
nde der Milchstraße.

ie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der
flecke: wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der
ndenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer teleskopischen Unter-
und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William
el. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen ein-
t) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebel-
r Position nach bekannt; und im Jahre 1786 veröffentlichte
der große Astronom von Slough ein erstes Verzeichniß, das
1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke um-
) erinnert, daß, was vom Hipparchus und Geminus in den
ismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptole-
ebelsterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen sind.

welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen. selbe Benennung, als Nebulosae latinisirt, ist in der M 13ten Jahrhunderts in die Alphonsinischen Tafeln überge wahrscheinlich durch den überwiegenden Einfluß des jüdischen nomen Isaac Aben Sid Hassan, Vorstehers der reichen S zu Toledo. Gedruckt erschienen die Alphonsinischen Tafeln er und zwar zu Venedig.

Die erste Angabe eines wundersamen Aggregats von z wirklichen Nebelflecken, mit Sternschwärmen vermischt, wir bei einem arabischen Astronomen aus der Mitte des Jahrhunderts, bei Abdurrahman Sufi aus dem persischen Jr weiße Ochse, den er tief unter Canopus in milchigem Lichte sah, war zweifelsohne die große Magellanische Wolke: w einer scheinbaren Breite von fast 12 Monddurchmessern eine melsraum von 42 Quadratgraden bedeckt, und deren europäi sende erst im Anfang des 16ten Jahrhunderts Erwähnun wenn gleich schon zweihundert Jahre früher Normänner an d küste von Afrika bis Sierra Leone ($8\frac{1}{2}^0$ nördl. Br.) gelangt Eine Nebelmasse von so großem Umfange, dem unbewaffnete vollkommen sichtbar, hätte doch früher die Aufmerksamkeit ziehen sollen.[6]

Der erste isolirte Nebelfleck, welcher als völlig stern als ein Gegenstand eigener Art durch ein Fernrohr und beachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloßen Auge Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus hausen in Franken): früher Musiker, dann Hofmathematic Markgrafen von Culmbach; derselbe, welcher die Jupitersm neun Tage[7] früher als Galilei gesehen: hat auch das Verdi erste und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelfl geben zu haben. In der Vorrede seines Mundus Jovial zählt er, daß „am 15 December 1612 er einen Fixstern aufg habe von einem Ansehen, wie ihm nie einer vorgekommen stehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel dromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts ster darin: wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des und anderen nebligen Haufen unterscheide. Man erkenne nu weißlichen Schein, der heller im Centrum, schwächer gegen die hin sei. Bei einer Breite von $\frac{1}{4}$ Grad gleiche das Ganze ei großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) dur durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde (similis fere s *apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucid noctu cernatur).*" Simon Marius fragt sich, ob dieser so *Stern ein neu entstandener sei?* er will nicht entscheiden.

r recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. dem Mundus Jovialis der erst 1614 erschien, ist also (wie schon an einem anderen Orte[9] bemerkt habe) der Unterschied ischen einem für die damaligen teleskopischen Kräfte unauflösbaren Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. as d'étoiles) ausgesprochen, welchem die gegenseitige Annäherung ler, dem bloßen Auge unsichtbaren, kleinen Sterne einen Nebelein giebt. Trotz der großen Vervollkommnung optischer Werkge ist fast drittehalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda bei seiner Entdeckung, für vollkommen sternenleer gehalten worden: vor zwei Jahren jenseits des atlantischen Oceans von George nd zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits the nebula erkannt worden sind. Ich habe, trotz des unaufösten Kerns, nicht angestanden ihn unter den Sternhaufen aufzuren.[10]

Es ist wohl nur einem sonderbaren Zufall zuzuschreiben, daß lilei: der sich schon vor 1610, als der Sydereus Nuntius hien, mehrfach mit der Constellation des Orion beschäftigte; später seinem Saggiatore, da er längst die Entdeckung des sternlosen bels in der Andromeda aus dem Mundus Jovialis kennen nte, keines anderen Nebels am Firmamente gedenkt als solcher, che sich selbst in seinen schwachen optischen Instrumenten in Sternufen auflösten. Was er Nebulose del Orione et del Presepe nt, sind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloser ner Sterne".[11] Er bildet ab nach einander unter den täuschenden men Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orionis Sternhaufen, denen er sich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 her unaufgezählte Sterne aufgefunden zu haben. Von unaufösten Nebel ist bei ihm nie die Rede. Wie hat der große Nebelk im Schwerdte seiner Aufmerksamkeit entgehen, wie dieselbe nicht eln können? Aber wenn auch der geistreiche Forscher wahrscheinlich den unförmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines enannten unauflöslichen Nebels gesehen hat, so waren doch seine gemeinen Betrachtungen[12] über die innere Natur der Nebelflecke nen sehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der tronomen geneigt ist. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in anzig: ein ausgezeichneter, aber dem teleskopischen Sehen beim talogisiren der Sterne wenig holder[13] Beobachter, des großen rions-Nebels in seinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichniß thält überhaupt kaum 16 in Position bestimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte[14] Huygens den durch Ausdehnung, Gestalt, die Zahl und die Berühmtheit seiner späteren Erscher so wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion: und

welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen.[4] Dieselbe Benennung, als Nebulosae latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonsinischen Tafeln übergegangen: wahrscheinlich durch den überwiegenden Einfluß des jüdischen Astronomen Isaac Aben Sid Hassan, Vorstehers der reichen Synagoge zu Toledo. Gedruckt erschienen die Alphonsinischen Tafeln erst 1483, und zwar zu Venedig.

Die erste Angabe eines wundersamen Aggregats von zahllosen wirklichen Nebelflecken, mit Sternschwärmen vermischt, finden wir bei einem arabischen Astronomen aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts, bei Abdurrahman Sufi aus dem persischen Irak. Der weiße Ochse, den er tief unter Canopus in milchigem Lichte glänzen sah, war zweifelsohne die große Magellanische Wolke: welche bei einer scheinbaren Breite von fast 12 Monddurchmessern einen Himmelsraum von 42 Quadratgraden bedeckt, und deren europäische Reisende erst im Anfang des 16ten Jahrhunderts Erwähnung thun, wenn gleich schon zweihundert Jahre früher Normänner an der Westküste von Afrika bis Sierra Leone ($8^1/_2{}^0$ nördl. Br.) gelangt waren.[5] Eine Nebelmasse von so großem Umfange, dem unbewaffneten Auge vollkommen sichtbar, hätte doch früher die Aufmerksamkeit auf sich ziehen sollen.[6]

Der erste isolirte Nebelfleck, welcher als völlig sternlos und als ein Gegenstand eigener Art durch ein Fernrohr erkannt und beachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloßen Auge sichtbare Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen in Franken): früher Musiker, dann Hofmathematicus eines Markgrafen von Culmbach; derselbe, welcher die Jupiterstrabanten neun Tage[7] früher als Galilei gesehen: hat auch das Verdienst die erste und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelfleckes gegeben zu haben. In der Vorrede seines Mundus Jovialis[8] erzählt er, daß „am 15 December 1612 er einen Fixstern aufgefunden habe von einem Ansehen, wie ihm nie einer vorgekommen sei. Er stehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein bloßes Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts sternartiges darin: wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des Krebses und anderen nebligen Haufen unterscheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Centrum, schwächer gegen die Ränder hin sei. Bei einer Breite von $^1/_4$ Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde (similis fere splendor apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucidum de *noctu cernatur*)." Simon Marius fragt sich, ob dieser sonderbare *Stern ein neu entstandener* sei? er will nicht entscheiden: findet es

aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. In dem Mundus Jovialis der erst 1614 erschien, ist also (wie ich schon an einem anderen Orte[9] bemerkt habe) der Unterschied zwischen einem für die damaligen teleskopischen Kräfte unauflöslichen Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. amas d'étoiles) ausgesprochen, welchem die gegenseitige Annäherung vieler, dem bloßen Auge unsichtbaren, kleinen Sterne einen Nebelschein giebt. Trotz der großen Vervollkommnung optischer Werkzeuge ist fast drittehalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda wie bei seiner Entdeckung, für vollkommen sternenleer gehalten worden: bis vor zwei Jahren jenseits des atlantischen Oceans von George Bond zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebula erkannt worden sind. Ich habe, trotz des unaufgelösten Kerns, nicht angestanden ihn unter den Sternhaufen aufzuführen.[10]

Es ist wohl nur einem sonderbaren Zufall zuzuschreiben, daß Galilei: der sich schon vor 1610, als der Sydereus Nuntius erschien, mehrfach mit der Constellation des Orion beschäftigte; später in seinem Saggiatore, da er längst die Entdeckung des sternlosen Nebels in der Andromeda aus dem Mundus Jovialis kennen konnte, keines anderen Nebels am Firmamente gedenkt als solcher, welche sich selbst in seinen schwachen optischen Instrumenten in Sternhaufen auflösten. Was er Nebulose del Orione et del Presepe nennt, sind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloser kleiner Sterne".[11] Er bildet ab nach einander unter den täuschenden Namen Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orionis Sternhaufen, in denen er sich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 bisher unaufgezählte Sterne aufgefunden zu haben. Von unaufgelöstem Nebel ist bei ihm nie die Rede. Wie hat der große Nebelfleck im Schwerdte seiner Aufmerksamkeit entgehen, wie dieselbe nicht fesseln können? Aber wenn auch der geistreiche Forscher wahrscheinlich nie den unförmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines sogenannten unauflöslichen Nebels gesehen hat, so waren doch seine allgemeinen Betrachtungen[12] über die innere Natur der Nebelflecke denen sehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der Astronomen geneigt ist. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in Danzig: ein ausgezeichneter, aber dem teleskopischen Sehen beim Catalogisiren der Sterne wenig holder[13] Beobachter, des großen Orions-Nebels in seinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichniß enthält überhaupt kaum 16 in Position bestimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte[14] Huygens den durch Ausdehnung, Gestalt, die Zahl und die Berühmtheit seiner späteren Erforscher so wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion: und

veranlaßte Picard sich fleißig (1676) mit demselben zu beschä
Die ersten Nebelflecke der in Europa nicht sichtbaren Regione
südlichen Himmels bestimmte, aber in überaus geringer Zah
seinem Aufenthalte auf St. Helena (1677) Edmund Halley. D
hafte Vorliebe, welche der große Cassini (Johann Dominicus) fi
Theile der beschauenden Astronomie hatte, leitete ihn gegen da
des 17ten Jahrhunderts auf die sorgfältigere Erforschung der
der Andromeda und des Orion. Er glaubte seit Huygens Be
rungen in dem letzteren, „ja Sterne in dem erstern erkannt zu
die man nicht mit schwachen Fernröhren sieht". Man hat C
die Behauptung der Gestalt-Veränderung für eine Täuschung zu
nicht ganz die Existenz von Sternen in dem Nebel der Andr
seit den merkwürdigen Beobachtungen von George Bond. (
ahndete dazu aus theoretischen Gründen eine solche Auflösung:
in directem Widerspruch mit Halley und Derham, alle Nebelfle
sehr ferne Sternschwärme hielt.[15] Der matte, milde Lichtsch
in der Andromeda, meint er, sei allerdings dem des Zodiacal
analog; aber auch dieses sei aus einer Unzahl dicht zusa
gedrängter kleiner planetarischer Körper zusammengesetzt.[1
caille's Aufenthalt in der südlichen Hemisphäre (am Vorgebir
guten Hoffnung, auf Ile de France und Bourbon, 1750 bis
vermehrte so ansehnlich die Zahl der Nebelflecke, daß Strut
Recht bemerkt, man habe durch dieses Reisenden Bemühungen b
mehr von der Nebelwelt des südlichen Firmaments als von
Europa sichtbaren gewußt. Lacaille hat übrigens mit Glück v
die Nebelflecke nach ihrer scheinbaren Gestaltung in Classen z
theilen; auch unternahm er zuerst, doch mit wenigem Erfolg
schwierige Analyse des so heterogenen Inhalts der beiden Mag
schen Wolken (Nubecula major et minor). Wenn man vo
anderen 42 isolirten Nebelflecken, welche Lacaille an dem süd
Himmel beobachtete, 14 vollkommen, und selbst mit schwacher
größerung, zu wahren Sternhaufen aufgelöste abzieht; so bleib
die Zahl von 28 übrig: während, mit mächtigeren Instrumente
mit größerer Uebung und Beobachtungsgabe ausgerüstet, es Sir
Herschel glückte unter derselben Zone, die Clusters ebenfalls
rechnet, an 1500 Nebelstecke zu entdecken.

Entblößt von eigener Anschauung und Erfahrung, phantas
nach sehr ähnlichen Richtungen hinstrebend, ohne ursprünglich i
einander zu wissen: Lambert (seit 1749), Kant (seit 1755 mi
wundernswürdigem Scharfsinn über Nebelflecke, abgesonderte M
straßen und sporadische, in den Himmelsräumen vereinzelte Nebel-
Sterninseln. Beide waren der Dunst-Theorie (nebular hypoth
bd einer perpetuirlichen Fortbildung in den Himmelsräumen, ja
ken der Stern-Erzeugung aus kosmischem Nebel zugethan.

iſte le Gentil (1760—1769) belebte lange vor ſeinen Reiſen
n verfehlten Venus-Durchgängen das Studium der Nebelflecke
eigene Beobachtung über die Conſtellationen der Andromeda,
hützen und des Orion. Er bediente ſich eines der im Beſitze
riſer Sternwarte befindlichen Objective von Campani, welches
ß Focallänge hat. Ganz den Ideen von Halley und Lacaille,
nd Lambert widerſtrebend: erklärte der geiſtreiche John Michel
(wie Galilei und Dominicus Caſſini) alle Nebel für Stern-
, Aggregate von ſehr kleinen oder ſehr fernen teleſcopiſchen
n, deren Daſein bei Vervollkommnung der Inſtrumente gewiß
ürde erwieſen werden.[18] Einen reichen Zuwachs: verglichen
ı langſamen Fortſchritten, welche wir bisher geſchildert, erhielt
ntniß der Nebelflecke durch den beharrlichen Fleiß von Meſſier.
atalogus von 1771 enthielt, wenn man die älteren, von La-
nd Méchain entdeckten Nebel abzieht, 66 bis dahin ungeſehene.
ang ſeiner Anſtrengung, auf dem ärmlich ausgerüſteten Ob-
ire de la Marine (Hôtel de Clugny) die Zahl der damals
en Hemiſphären aufgezählten Nebelflecke zu verdoppeln.[19]
uf dieſe ſchwachen Anfänge folgte die glänzende Epoche der
ungen von William Herſchel und ſeinem Sohne. Der Erſtere
ſchon 1779 eine regelmäßige Muſterung des nebelreichen
ls durch einen ſiebenfüßigen Reflector. Im Jahr 1787 war
0füßiges Rieſenteleſcop vollendet; und in drei Catalogen[20]:
1786, 1789 und 1801 erſchienen, lieferte er die Poſitionen
00 Nebeln und Sternhaufen. Bis 1785, ja faſt bis 1791,
der große Beobachter mehr geneigt geweſen zu ſein: wie Michel,
und jetzt Lord Roſſe, die ihm unauflöslichen Nebelflecke für
tfernt liegende Sternhaufen zu halten; aber eine längere Be-
ung mit dem Gegenſtande zwiſchen 1799 und 1802 leitete ihn,
ſt Halley und Lacaille, auf die Dunſt-Theorie; ja, wie Tycho
pler, auf die Theorie der Sternbildung durch allmälige Ver-
ı des kosmiſchen Nebels. Beide Anſichten ſind indeß nicht
ndig[21] mit einander verbunden. Die von Sir William Herſchel
teten Nebel und Sternhaufen hat ſein Sohn, Sir John, von
s 1833 einer neuen Muſterung unterworfen; er hat die älteren
miſſe durch 500 neue Gegenſtände bereichert, und in den
sophical Transactions for 1833 (p. 365—481) einen
digen Catalogus von 2307 Nebulae and Clusters of stars
ılicht. Dieſe große Arbeit enthält alles, was in dem mitt-
uropa am Himmel aufgefunden war; und ſchon in den un-
ır folgenden 5 Jahren (1834 bis 1838) ſehen wir Sir John
am Vorgebirge der guten Hoffnung, mit einem 20füßigen
r ausgerüſtet, den ganzen dort ſichtbaren Himmel durch-
, *und zu jenen 2307 Nebeln* und Sternhaufen ein Verzeichniß

von 1708 Positionen hinzufügen![22] Von Dunlop's Catalogus südlicher Nebel und Sternhaufen (629 an der Zahl; zu Paramatta beobachtet durch einen 9füßigen, mit einem Spiegel von 9 Zoll Durchmesser versehenen Reflector[23] von 1825 bis 1827) ist nur $^1/_3$ in Sir John Herschel's Arbeit übergegangen.

Eine dritte große Epoche in der Kenntniß jener räthselhaften Weltkörper hat mit der Construction des bewundernswürdigen funfzigfüßigen Telescops[24] des Earl of Rosse zu Parsonstown begonnen. Alles, was, in dem langen Schwanken der Meinungen, auf den verschiedenen Entwickelungsstufen kosmischer Anschauung zur Sprache gekommen war: wurde nun in dem Streit über die Nebel-Hypothese und die behauptete Nothwendigkeit sie gänzlich aufzugeben der Gegenstand lebhafter Discussionen. Aus den Berichten ausgezeichneter und mit den Nebelflecken lange vertrauter Astronomen, die ich habe sammeln können, erhellt, daß von einer großen Zahl der aus dem Catalogus von 1833 wie zufällig unter allen Classen ausgewählten, für unauflöslich gehaltenen Objecte fast alle (der Director der Sternwarte von Armagh, Dr. Robinson, giebt deren über 40 an) vollständig aufgelöst wurden.[25] Auf gleiche Weise drückt sich Sir John Herschel, sowohl in der Eröffnungsrede der Versammlung der British Association zu Cambridge 1845 als in den outlines of Astronomy 1849, aus. „Der Reflector von Lord Rosse", sagt er, „hat aufgelöst oder als auflösbar gezeigt eine beträchtliche Anzahl (multitudes) von Nebeln, welche der raumdurchdringenden Kraft der schwächeren optischen Instrumente widerstanden hatten. Wenn es gleich Nebelflecke giebt, welche jenes mächtige Telescop von sechs englischen Fußen Oeffnung nur als Nebel, ohne alle Anzeige der Auflösung, darstellt; so kann man doch nach Schlüssen, die auf Analogien gegründet sind, vermuthen, daß in der Wirklichkeit kein Unterschied zwischen Nebeln und Sternhaufen vorhanden sei.[26]

Der Urheber des mächtigen optischen Apparates von Parsonstown: stets das Resultat wirklicher Beobachtungen von dem trennend, zu dem nur gegründete Hoffnung vorhanden ist, drückt sich selbst mit großer Vorsicht über den Orions-Nebel in einem Briefe an Professor Nichol zu Glasgow[27] aus (19 März 1846). „Nach unserer Untersuchung des berühmten Nebelfleckes", sagt er, „kann ich mit Gewißheit aussprechen, daß, wenn anders irgend einer, nur ein geringer Zweifel über die Auflösbarkeit bleibt. Wir konnten wegen der Luftbeschaffenheit nur die Hälfte der Vergrößerung anwenden, welche der Spiegel zu ertragen im Stande ist; und doch sahen wir, daß alles um das Trapezium umher eine Masse von Sternen bildet. Der übrige Theil des Nebels ist ebenfalls reich an Sternen und trägt ganz den Charakter der Auflösbarkeit." Auch später noch (1848) soll Lord Rosse nie eine schon erlangte völlige Auflösung des Orions-Nebels

n immer nur die nahe Hoffnung dazu, die gegründete Wahr-
chkeit den noch übrigen Nebel in Sterne aufzulösen, verkündet

Wenn man trennt, in der neuerlich so lebhaft angeregten Frage
ie Nicht-Existenz einer selbstleuchtenden, dunstförmigen Materie
eltall, was der Beobachtung und was inductiven Schlußformen
rt; so lehrt eine sehr einfache Betrachtung, daß durch wachsende
kommnung der teleskopischen Sehkraft allerdings die Zahl der
beträchtlich vermindert, aber keineswegs durch diese Vermin-
erschöpft werden könne. Unter Anwendung von Fernröhren
nder Stärke wird jedes nachfolgende auflösen, was das vorher-
e unaufgelöst gelassen hat; zugleich aber auch wenigstens[28]
ise, wegen seiner zunehmenden, raumdurchdringenden Kraft,
fgelösten Nebel durch neue, vorher unerreichte, ersetzen. Auf-
des Alten und Entdeckung des Neuen, welches wieder eine
me von optischer Stärke erheischt: würden demnach in endloser
auf einander folgen. Sollte dem nicht so sein: so muß man
ch meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt;
ie Weltinseln, zu deren einer wir gehören, dermaßen von
er entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fern-
u dem gegenüberliegenden Ufer hinüberreicht: und daß unsere
(äußersten) Nebel sich in Sternhaufen auflösen, welche sich wie
der Milchstraße „auf schwarzen, ganz dunstfreien Grund pro-
".[29] Ist aber wohl ein solcher Zustand des Weltbaues und
) der Vervollkommnung optischer Werkzeuge wahrscheinlich, bei
n ganzen Firmament kein unaufgelöster Nebelfleck mehr aufzu-
wäre?

ie hypothetische Annahme eines selbstleuchtenden Fluidums, das,
begrenzt, in runden oder ovalen Nebelflecken auftritt, muß
erwechselt werden mit der ebenfalls hypothetischen Annahme
icht leuchtenden, den Weltraum füllenden, durch seine Wellen-
ng Licht, strahlende Wärme und Electro-Magnetismus er-
den Aethers.[30] Die Ausströmungen der Cometenkerne, als
se oft ungeheure Räume einnehmend, verstreuen ihren uns
nnten Stoff zwischen die Planetenbahnen des Sonnensystems,
sie durchschneiden. Getrennt von dem leitenden Kerne, hört
er Stoff auf uns bemerkbar zu leuchten. Schon Newton hielt
glich, daß „vapores ex Sole et Stellis fixis et caudis Co-
m“ sich der Erd-Atmosphäre beimischen könnten.[31] In dem
tigen kreisenden, abgeplatteten Ringe des Zodiacallichts hat
ein Fernrohr etwas sternartiges entdeckt. Ob die Theilchen,
elchen dieser *Ring* besteht und welche nach dynamischen Be-
gen von Einigen als um sich selbst rotirend, von Anderen als
n die Sonne kreisend gedacht werden, erleuchtet oder, wie

mancher irdische Nebel,[32] selbstleuchtend sind: bleibt unentschieden. Dominicus Cassini glaubte, daß sie kleine planetenartige Körper[33] seien. Es ist wie ein Bedürfniß des sinnlichen Menschen, in allem Flüssigen discrete[34] Molecular-Theile zu suchen, gleich den vollen oder hohlen Wolkenbläschen; und die Gradationen der Dichtigkeits-Abnahme in unserem Planetensysteme von Merkur bis Saturn und Neptun (von 1,12 bis 0,14: die Erde = 1 gesetzt) führen zu den Cometen, durch deren äußere Kernschichten noch ein schwacher Stern sichtbar wird; ja sie führen allmälig zu discreten, aber so undichten Theilen, daß ihre Starrheit in großen oder kleinen Dimensionen fast nur durch Begrenztheit charakterisirt werden könnte. Es sind gerade solche Betrachtungen über die Beschaffenheit des scheinbar dunstförmigen Thierkreislichtes, welche Cassini lange vor Entdeckung der sogenannten Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter und vor den Muthmaßungen über Meteor-Asteroiden auf die Idee geleitet hatten, daß es Weltkörper von allen Dimensionen und allen Arten der Dichtigkeit gebe. Wir berühren hier fast unwillkürlich den alten naturphilosophischen Streit über das primitiv Flüssige und das aus discreten Molecular-Theilen Zusammengesetzte; was freilich deshalb der mathematischen Behandlung zugänglicher ist. Um so schneller kehren wir zu dem rein Objektiven der Erscheinung zurück.

In der Zahl von 3926 (2451 + 1475) Positionen, welche zu gehören: a) dem Theil des Firmaments, welcher in Slough sichtbar ist und welchen wir hier der Kürze wegen den nördlichen Himmel nennen wollen (nach drei Verzeichnissen von Sir William Herschel von 1786 bis 1802) und der oben erwähnten großen Musterung des Sohnes (in den Philos. Transact. von 1833); und b) dem Theile des südlichen Himmels, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung sichtbar ist, nach den afrikanischen Catalogen von Sir John Herschel: finden sich Nebelflecke und Sternhaufen (Nebulae and Clusters of stars) unter einander gemengt. So innig auch diese Gegenstände ihrer Natur nach mit einander verwandt sein mögen, habe ich sie doch, um einen bestimmten Zeitpunkt des schon Erkannten zu bezeichnen, in der Aufzählung von einander gesondert. Ich finde[35] in dem nördlichen Catalog: der Nebelflecke 2299, der Sternhaufen 152; im südlichen oder Cap-Catalog: der Nebelflecke 1239, der Sternhaufen 236. Es ergiebt sich demnach für die Nebelflecke, welche in jenen Verzeichnissen, als noch nicht in Sternhaufen aufgelöst, angegeben werden, am ganzen Firmament die Zahl von 3538. Es kann dieselbe wohl bis 4000 vermehrt werden: wenn *man in* Betrachtung zieht drei- bis vierhundert von Herschel den *Vater gesehene*[36] und nicht wieder bestimmte; wie die von Dunlop *in Paramatta* mit einem neunzölligen Newton'schen Reflector beob-

achteten 629, von denen Sir John Herschel nur 206 seinem Verzeichniß angeeignet hat.[37] Ein ähnliches Resultat haben neuerlichst auch Bond und Mädler veröffentlicht. Die Zahl der Nebelflecke scheint sich also zu der der Doppelsterne in dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ohngefähr wie 2 : 3 zu verhalten; aber man darf nicht vergessen, daß unter der Benennung von Doppelsternen die bloß optischen mit begriffen sind, und daß man bisher nur erst in dem neunten, vielleicht gar nur im achten Theile Positions-Veränderungen erkannt hat.[38]

Die oben gefundenen Zahlen: 2299 Nebelflecke neben 152 Sternhaufen in dem nördlichen, und nur 1239 Nebelflecke neben 236 Sternhaufen in dem südlichen Verzeichnisse, zeigen, bei der geringeren Anzahl von Nebelflecken in der südlichen Hemisphäre, dort ein Uebergewicht von Sternhaufen. Nimmt man an, daß alle Nebelflecke ihrer wahrscheinlichen Beschaffenheit nach auflösbar: nur fernere Sternhaufen, oder aus kleineren und weniger gedrängten, selbstleuchtenden Himmelskörpern zusammengesetzte Sterngruppen sind: so bezeichnet dieser scheinbare Contrast, auf dessen Wichtigkeit schon Sir John Herschel um so mehr aufmerksam gemacht hat,[39] als von ihm in beiden Hemisphären Reflectoren von gleicher Stärke angewandt worden sind, auf das wenigste eine auffallende Verschiedenheit in der Natur und Weltstellung der Nebel: d. h. in Hinsicht der Richtungen, nach denen hin sie sich den Erdbewohnern am nördlichen oder südlichen Firmamente darbieten.

Dem eben genannten großen Beobachter verdanken wir auch die erste genaue Kenntniß und kosmische Uebersicht von der Vertheilung der Nebel und Sterngruppen an der ganzen Himmelsdecke. Er hat: um ihre Lage, ihre relative locale Anhäufung, die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit ihrer Folge nach gewissen Gruppirungen und Zügen zu ergründen, viertehalb-tausend Gegenstände graphisch in Fächer eingetragen, deren Seiten in der Declination 30, in der Rectascension 15′ messen. Die größte Anhäufung von Nebelflecken des ganzen Firmaments findet sich in der nördlichen Hemisphäre. Es ist dieselbe verbreitet: durch die beiden Löwen; den Körper, den Schweif und die Hinterfüße des Großen Bären; die Nase der Giraffe, den Schwanz des Drachen, die beiden Jagdhunde, das Haupthaar der Berenice (wo der Nordpol der Milchstraße[40] liegt), den rechten Fuß des Bootes; und vor allem das Haupt, die Flügel und die Schulter der Jungfrau. Diese Zone, welche man die Nebel-Region der Jungfrau genannt hat, enthält, wie wir schon oben erwähnt haben, in einem Raume[41], welcher den achten Theil der Oberfläche der ganzen Himmelssphäre ausfüllt, $^1/_5$ von der *gesammten Nebelwelt*. Sie überschreitet wenig den Aequator; *nur von dem südlichen* Flügel der Jungfrau dehnt sie sich aus

bis zur Extremität der Großen Waſſerſchlange und zum Centauren, ohne deſſen Füße und das ſüdliche Kreuz zu Eine geringere Anhäufung von Nebeln an dem nördliche ist die, welche ſich weiter als die vorige in die ſüdliche H erſtreckt. Sir John Herſchel nennt ſie die Nebel-Reg Fiſche. Sie bildet eine Zone: von der Andromeda, di ganz erfüllt, gegen Bruſt und Flügel des Pegaſus, gegen welches die Fiſche verbindet, den ſüdlichen Pol der Milchſt Fomalhaut hin. Einen auffallenden Contraſt mit dieſen Anh macht der öde, nebelarme Raum um Perſeus, Widder, Kopf und oberen Leib des Orion; um Fuhrmann, Hercules und das ganze Sternbild der Leier[42]. Wenn man aus der Werke über die Cap-Beobachtungen mitgetheilten Ueberſicht aller flecke und Sternhaufen des nördlichen Catalogs (von Slough einzelnen Stunden der Rectaſcenſion vertheilt, 6 Gruppen von Stunden zuſammenzieht, ſo erhält man:

RA.	0^h	— 4^h	311
	4	— 8	179
	8	— 12	606
	12	— 16	850
	16	— 20	121
	20	— 0	239.

In der ſorgfältigeren Scheidung nach nördlicher und ſüdlicher Declin findet man, daß in den 6 Stunden Rectaſcenſion von 9^h — 15^h i nördlichen Hemiſphäre allein 1111 Nebelflecke und Sternhaufe ſammengehäuft ſind,[43] nämlich:

von	9^h	— 10^h	90
	10	— 11	150
	11	— 12	251
	12	— 13	309
	13	— 14	181
	14	— 15	130.

Das eigentliche nördliche Maximum liegt alſo zwiſchen 12^h und dem nördlichen Pole der Milchſtraße ſehr nahe. Weiter hin zu 15^h und 16^h gegen den Hercules zu iſt die Verminderung ſo lich, daß auf die Zahl 130 unmittelbar 40 folgt.

In der ſüdlich Hemiſphäre iſt nicht bloß eine geringere von Nebelflecken, ſondern auch eine weit gleichförmigere Verth erkannt worden. Nebelleere Räume wechſeln dort häufig mit diſchen Nebeln; eine eigentliche locale Anhäufung, und zwar ein gedrängtere als in der Nebel-Region der Jungfrau am lichen Himmel, findet man nur in der Großen Magellani Wolke: welche allein an 300 Nebelflecke enthält. Die Geg

nächst den Polen ist in beiden Hemisphären nebelarm, und bis 15° Polar-Distanz ist sie um den südlichen Pol im Verhältniß von 7 zu 4 noch ärmer als um den nördlichen Pol. Der jetzige Nordpol hat einen kleinen Nebelfleck, welcher nur 5 Minuten von ihm entfernt liegt; ein ähnlicher, den Sir John Herschel mit Recht „Nebula Polarissima Australis“ nennt (No. 3176 seines Cap-Catalogs; RA. 9h 27′ 56″, N.P.D. 179° 34′ 14″), steht noch 25 Minuten vom Südpole ab. Diese Stern-Oedigkeit des Südpols, der Mangel eines dem unbewaffneten Auge sichtbaren Polarsterns war schon der Gegenstand bitterer Klagen von Amerigo Vespucci und Vicente Yañez Pinzon, als sie am Ende des 15ten Jahrhunderts weit über den Aequator bis zum Vorgebirge San Augustin vordrangen; und als der Erstere sogar die irrige Meinung aussprach, daß die schöne Stelle des Dante: „Io mi volsi a man destra e posi mente....“, wie die vier Sterne „non viste mai fuor ch'alla prima gente“, sich auf antarctische Polarsterne bezögen. [44]

Wir haben bisher die Nebel in Hinsicht auf ihre Zahl und ihre Vertheilung an der Himmelsdecke, an dem, was wir das Firmament nennen, betrachtet: eine scheinbare Vertheilung, welche man nicht mit der wirklichen in den Welträumen verwechseln muß. Von dieser Untersuchung gehen wir nun zu der wundersamen Verschiedenheit ihrer individuellen Gestaltung über. Diese ist bald regelmäßig (kugelförmig, elliptisch in verschiedenen Graden, ringförmig, planetarisch; oder gleich einer Photosphäre einen Stern umgebend); bald unregelmäßig und so schwer zu classificiren wie die geballten Wassernebel unseres Luftkreises, die Wolken. Als Normal-Gestalt [45] der Nebelflecke am Firmament wird die elliptische (sphäroidische) genannt: die, bei derselben Stärke des Fernrohrs, wenn sie in die kugelförmige übergeht, sich am leichtesten in einen Sternhaufen verwandelt; wenn sie dagegen sehr abgeplattet nach einer Dimension verlängert und scheibenförmig erscheint, um so schwerer [46] auflöslich wird. Allmälige Uebergänge der Gestalten vom Runden zum länglich Elliptischen und Pfriemförmigen (Philos. Transact. 1833 p. 494 Pl. IX. fig. 19—24) sind mehrfach am Himmel aufzufinden. Die Verdichtung des milchigen Nebels ist stets gegen ein Centrum, bisweilen selbst nach mehreren Centralpunkten (Kernen) zugleich gerichtet. Nur in der Abtheilung der runden oder ovalen Nebel kennt man Doppelnebel: bei denen, da keine relative Bewegung unter den Individuen bemerkbar wird (weil sie fehlt oder außerordentlich langsam ist), das Criterium mangelt, durch welches eine gegenseitige Beziehung zu einander erwiesen werden kann, wie bei Sonderung der physischen von den bloß optischen Doppelsternen. (Abbildungen von Doppelnebeln findet man in den Philos. Transact. for the year 1833 fig. 68—71.

Vergl. auch Herschel, outlines of Astr. § 878, Observ. at the Cape of Good Hope § 120.)

Ringförmige Nebel gehören zu den seltensten Erscheinungen. Man kennt deren in der nördlichen Hemisphäre jetzt nach Lord Rosse sieben. Der berühmteste der Nebelringe liegt zwischen β und γ Lyrae (No. 57 Messier, No. 3023 des Catalogs von Sir John Herschel): und ist 1779 von Darquier in Toulouse entdeckt, als der von Bode aufgefundene Comet in seine Nähe kam. Er ist fast von der scheinbaren Größe der Jupitersscheibe, und elliptisch im Verhältniß seiner Durchmesser wie 4 zu 5. Das Innere des Ringes ist keineswegs schwarz, sondern etwas erleuchtet. Schon Sir William Herschel hatte einige Sterne im Ringe erkannt, Lord Rosse und Bond haben ihn ganz aufgelöst.[47] Vollkommen schwarz in der Höhlung des Ringes sind dagegen die schönen Nebelringe der südlichen Hemisphäre No. 3680 und 3686. Der letztere ist dazu nicht elliptisch, sondern vollkommen rund;[48] alle sind wahrscheinlich ringförmige Sternhaufen. Mit der zunehmenden Mächtigkeit optischer Mittel erscheinen übrigens im allgemeinen sowohl elliptische als ringförmige Nebelflecke in ihren Umrissen weniger abgeschlossen. In dem Riesenfernrohr des Lord Rosse zeigt sich sogar der Ring der Leier wie eine einfache Ellipse mit sonderbar divergirenden, fadenförmigen Nebel-Ansätzen. Besonders auffallend ist die Umformung eines für schwächere Fernröhre einfach elliptischen Nebelfleckes in Lord Rosse's Krebs-Nebel (Crab-Nebula).

Weniger selten als Ringnebel, aber doch nach Sir John Herschel nur 25 an Zahl, von denen fast $^3/_4$ in der südlichen Hemisphäre liegen, sind die sogenannten planetarischen Nebelflecke: welche zuerst Herschel der Vater entdeckt hat und welche zu den wundersamsten Erscheinungen des Himmels gehören. Sie haben die auffallendste Aehnlichkeit mit Planetenscheiben. Der größere Theil ist rund oder etwas oval; bald scharf begrenzt, bald verwaschen und dunstig an den Rändern. Die Scheiben vieler haben ein sehr gleichförmiges Licht, andere sind wie gesprenkelt oder schwach gefleckt (mottled or of a peculiar texture, as if curdled). Man sieht nie Spuren einer Verdichtung gegen das Centrum. Fünf planetarische Nebelflecke hat Lord Rosse als Ringnebel erkannt, mit 1 oder 2 Centralsternen. Der größte planetarische Nebelfleck liegt im Großen Bären (unfern β Ursae maj.), und wurde von Méchain 1781 entdeckt. Der Durchmesser der Scheibe[49] ist 2′ 40″. Der planetarische Nebel im südlichen Kreuz (No. 3365, Capreise p. 100) hat bei einer Scheibe von kaum 12″ Durchmesser doch die Helligkeit eines Sterns 6 . 7ter Größe. Sein Licht ist indigoblau; und eine solche bei Nebelflecken merkwürdige Färbung findet sich auch bei drei anderen Gegenständen derselben Form, in denen jedoch das Blau eine geringere Intensität hat.[50] Die blaue Färbung einiger planetarischen Nebel spricht gar nicht gegen die Mey

lichkeit, daß sie aus kleinen Sternen zusammengesetzt seien; denn wir kennen blaue Sterne nicht bloß in beiden Theilen eines Doppelsternpaars: sondern auch ganz blaue Sternhaufen, oder solche, die mit rothen und gelben Sternchen vermischt sind. [51]

Die Frage: ob die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen einem erleuchtenden Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle für unser teleskopisches Sehen verschwindet; habe ich schon in dem Anfange des Naturgemäldes berührt. [52] Möchte durch Lord Rosse's Riesenteleskop doch endlich die Natur so wunderbarer planetarischer Dunstscheiben erforscht werden! Wenn es schon so schwierig ist sich von den verwickelten dynamischen Bedingungen einen klaren Begriff zu machen, unter denen in einem kugelrunden oder sphäroidisch abgeplatteten Sternhaufen die rotirenden, zusammengedrängten und gegen das Centrum hin specifisch dichteren Sonnen (Fixsterne) ein System des Gleichgewichts bilden; [53] so nimmt diese Schwierigkeit noch mehr in denjenigen kreisrunden, wohlumgrenzten, planetarischen Nebelscheiben zu, welche eine ganz gleichförmige, im Centrum gar nicht verstärkte Helligkeit zeigen. Ein solcher Zustand ist mit der Kugelform (mit dem Aggregat-Zustande vieler tausend Sternchen) weniger als mit der Idee einer gasförmigen Photosphäre zu vereinigen: die man in unserer Sonne mit einer dünnen, undurchsichtigen oder doch sehr schwach erleuchteten Dunstschicht bedeckt glaubt. Scheint das Licht in der planetarischen Nebelscheibe nur darum so gleichförmig verbreitet, weil wegen großer Ferne der Unterschied zwischen Centrum und Rand verschwindet?

Die vierte und letzte Formgattung der regelmäßigen Nebel sind William Herschel's Nebelsterne (Nebulous Stars): d. i. wirkliche Sterne, mit einem milchigen Nebel umgeben, welcher sehr wahrscheinlich in Beziehung zu dem Centralsterne steht, und von diesem abhängt. Ob der Nebel, welcher nach Lord Rosse und Mr. Stoney bei einigen ganz ringförmig erscheint (Philos. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII. fig. 15 und 16), selbstleuchtend ist und eine Photosphäre wie bei unserer Sonne bildet: ob er (was wohl weniger wahrscheinlich) von der Centralsonne bloß erleuchtet wird: darüber herrschen sehr verschiedenartige Meinungen. Derham und gewissermaßen auch Lacaille, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung viele Nebelsterne aufgefunden, glaubten, daß die Sterne weit vor den Nebeln ständen und sich auf diese projicirten. Marian scheint zuerst (1731) die Ansicht ausgesprochen zu haben, daß die Nebelsterne von einer Licht-Atmosphäre umgeben seien, die ihnen angehöre. [54] Man findet selbst größere Sterne (z. B. 7ter Größe, wie in No. 675 des Cat. von 1833), deren Photosphäre einen Durchmesser von 2 bis 3 *Minuten hat.* [55]

Eine Classe von Nebelflecken, welche von der bisher beschriebenen

sogenannten regelmäßigen und immer wenigstens schwach begrenzten gänzlich abweicht, sind die großen Nebelmassen von unregelmäßiger Gestaltung. Sie zeichnen sich durch die verschiedenartigsten unsymmetrischen Formen mit unbestimmten Umrissen und verwaschenen Rändern aus. Es sind räthselhafte Naturerscheinungen sui generis, die hauptsächlich zu den Meinungen vor der Existenz kosmischen Gewölkes und selbstleuchtender Nebel, welche in den Himmelsräumen zerstreut und dem Substratum des Thierkreislichtes ähnlich seien, Anlaß gegeben haben. Einen auffallenden Contrast bieten solche irreguläre Nebel dar, die mehrere Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedecken: mit der kleinsten aller regulären, isolirten und ovalen Nebelscheiben, welche die Lichtstärke eines teleskopischen Sterns 14ter Größe hat, und zwischen dem Altar und dem Paradiesvogel in der südlichen Hemisphäre liegt.[56] Nicht zwei von den unsymmetrischen, diffusen Nebelmassen gleichen einander;[57] aber, setzt nach vieljähriger Beobachtung Sir John Herschel hinzu, „was man in allen erkennt und was ihnen einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt: ist, daß alle in oder sehr nahe den Rändern der Milchstraße liegen, ja als Ausläufer von ihr betrachtet werden können." Dagegen sind die regelmäßig gestalteten, meist wohlumgrenzten, kleinen Nebelflecke theils über den ganzen Himmel zerstreut, theils zusammengedrängt fern von der Milchstraße in eigenen Regionen: in der nördlichen Hemisphäre in den Regionen der Jungfrau und der Fische. Sehr entfernt von dem sichtbaren Rande der Milchstraße (volle 15°) liegt allerdings die große irreguläre Nebelmasse im Schwerdt des Orion; doch aber gehört auch sie vielleicht der Verlängerung des Zweiges der Milchstraße an, welcher von α und ε des Perseus sich gegen Aldebaran und die Hyaden zu verlieren scheint und dessen wir schon oben (Kosmos Bd. III. S. 121) erwähnt haben. Die schönsten Sterne, welche der Constellation des Orion ihre alte Berühmtheit gegeben, werden ohnedies zu der Zone sehr großer und wahrscheinlich uns naher Gestirne gerechnet, deren verlängerte Richtung ein durch ε Orionis und α Crucis gelegter größter Kreis in der südlichen Milchstraße bezeichnet.[58]

Eine früher weit verbreitete[52] Meinung von einer Milchstraße der Nebelflecke, welche die Milchstraße der Sterne ohngefähr rechtwinklig schneide, ist durch neuere und genauere Beobachtungen über Verbreitung der symmetrischen Nebelflecke am Himmelsgewölbe keineswegs[60] bestätigt worden. Es giebt allerdings, wie eben erinnert worden ist, sehr große Anhäufungen an dem nördlichen Pole der Milchstraße, auch eine ansehnliche Fülle bei den Fischen *am südlichen Pole*; aber eine Zone, welche diese Pole miteinander *verbände und* durch Nebelflecke bezeichnet würde, kann der vielen *Unterbrechungen* wegen nicht als ein größter Zirkel aufgefunden

werden. William Herschel hatte 1784, am Schlusse der ersten Abhandlung über den Bau des Himmels, diese Ansicht auch nur mit der den Zweifel nicht ausschließenden Vorsicht entwickelt, welche eines solchen Forschers würdig war.

Von den unregelmäßigen oder vielmehr unsymmetrischen Nebeln sind einige (im Schwerdt des Orion, bei η Argûs, im Schützen und im Schwan) merkwürdig durch ihre außerordentliche Größe, andere (No. 27 und 51 des Verzeichnisses von Messier) durch ihre besondere Gestalt.

Was den großen Nebelfleck im Schwerdte des Orion betrifft: so ist schon früher bemerkt worden, daß Galilei, der sich so viel mit den Sternen zwischen dem Gürtel und dem Schwerdt des Orion beschäftigt[61], ja eine Karte dieser Gegend entworfen hat, nie desselben erwähnt. Was er Nebulosa Orionis nennt und neben Nebulosa Praesepe abbildet, erklärt er ausdrücklich für eine Anhäufung kleiner Sterne (stellarum constipatarum) im Kopfe des Orion. In der Zeichnung, die in dem Sidereus Nuncius § 20 von dem Gürtel bis zum Anfang des rechten Schenkels (α Orionis) reicht, erkenne ich über dem Stern ι den vielfachen Stern ϑ. Die Vergrößerungen, welche Galilei anwandte, erhoben sich von der achtmaligen nur zur dreißigmaligen. Da der Nebel im Schwerdte nicht isolirt steht, sondern in unvollkommenen Fernröhren oder bei trüber Luft eine Art Hof um den Stern ϑ bildet, so möchte dem großen Florentiner Beobachter deshalb seine individuelle Existenz und seine Gestaltung entgangen sein. Es war derselbe ohnedies wenig zur Annahme von Nebeln geneigt.[62] Erst 14 Jahre nach Galilei's Tode, im Jahre 1656, entdeckte Huygens den großen Orions-Nebel; er gab eine rohe Abbildung desselben in dem Systema Saturnium, das 1659 erschien. „Als ich", sagt der große Mann, „durch einen Refractor von 23 Fuß Focallänge die veränderlichen Streifen des Jupiter, einen dunklen Centralgürtel im Mars und einige schwache Phasen des Planeten beobachtete; ist mir in den Fixsternen eine Erscheinung vorgekommen, welche meines Wissens bisher noch von Niemand beobachtet worden ist und nur durch solche große Fernröhre genau erkannt werden kann, als ich anwende. Im Schwerdt des Orions werden von den Astronomen drei Sterne aufgezählt, die sehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahr 1656 den mittleren dieser Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten sich mir statt eines einzelnen Sternes zwölf, was (bei Fernröhren) allerdings nichts seltenes ist. Von diesen waren (wieder) drei fast einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: so daß der Raum um sie her, gestaltet, wie er in der beigefügten Figur gezeichnet ist, viel heller erschien als der übrige Himmel. Dieser war gerade sehr heiter und zeigte sich ganz schwarz; es war daher die

nichts nebelartiges, und sind nichts anderes als eine in Hau
sammengedrängte Vielzahl von Sternen."[63] Die Lebhaftigkei
ersten Beschreibung zeugt von der Frische und Größe des Ein
aber welch ein Abstand von dieser ersten Abbildung aus der
des 17. Jahrhunderts und den, etwas weniger unvollkommen
Picard, le Gentil und Messier bis zu den herrlichen Zeichnung
Sir John Herschel (1837) und William Cranch Bond (1848
Director der Sternwarte zu Cambridge in den V. St. von
amerika![64]

Der erste unter den zwei zuletzt genannten Astronomen
großen Vorzug[65] gehabt den Orions-Nebel seit 1834 am Vor
der guten Hoffnung in einer Höhe von 60° und mit einem z
füßigen Reflector zu beobachten und seine frühere[66] Abbildu
1824—1826 noch zu vervollkommnen. In der Nähe von δ
wurde die Position von 150 Sternen, meist 15ter bis 18ter
bestimmt. Das berühmte Trapez, das nicht von Nebel umge
wird von vier Sternen 4^m, 6^m, 7^m und 8^m gebildet. Der 4t
ward (1666?) von Dominicus Cassini in Bologna[67] entdeckt,
(γ') im Jahr 1826 von Struve; der 6te, welcher 13ter Größe
im Jahr 1832 von Sir John Herschel. Der Director der Ste
des Collegio Romano, de Vico hat angekündigt, im Anfa
Jahres 1839 durch seinen großen Refractor von Cochoix in
des Trapezes selbst noch drei andere Sterne aufgefunden zu

denselben Instrumenten angestellten Beobachtungen von 1783 bis überzeugt zu haben.[69] Bouillaud und le Gentil hatten eben vom Nebel der Andromeda behauptet. Die gründlichen Untergen von Herschel dem Sohne machen diese für erwiesen gehalkosmischen Veränderungen auf das wenigste überaus zweifelhaft.

Großer Nebelfleck um η Argûs. — Es liegt derselbe in durch ihren prachtvollen Lichtglanz so ausgezeichneten Region der straße, welche sich von den Füßen des Centauren durch das südKreuz nach dem mittleren Theile des Schiffes hinzieht. Das welches diese Region ausgießt, ist so außerordentlich, daß ein ler, in der Tropenwelt von Indien heimischer Beobachter, der ân Jakob, ganz mit meiner vierjährigen Erfahrung übereinend, bemerkt: man werde, ohne die Augen auf den Himmel zu n, durch eine plötzliche Zunahme der Erleuchtung an den Auf des Kreuzes und der dasselbe begleitenden Zone erinnert.[70]

Nebelfleck, in dessen Mitte der durch seine Intensitäts-Veränden so berühmt gewordene[71] Stern η Argûs liegt, bedeckt über nes Quadratgrades der Himmelsdecke. Der Nebel selbst, in viele mliche Massen vertheilt, die in ungleicher Lichtstärke sind, zeigt nds das gesprenkelte, körnige Ansehen, welches die Auf g ahnden läßt. Er umschließt ein sonderbar geformtes, leeres, inem sehr schwachen Lichtschein bedecktes, ausgeschweiftes Lem-Oval. Eine schöne Abbildung der ganzen Erscheinung, die t von zweimonatlichen Messungen, findet sich in den Cap-Beobgen von Sir John Herschel.[72] Dieser hat in dem Nebelfleck Argûs nicht weniger als 1216 Positionen von Sternen, meist bis 16^m, bestimmt. Die Reihenfolge derselben erstreckt sich noch außerhalb des Nebels in die Milchstraße hinein, wo sie sich auf hwärzesten Himmelsgrund projiciren und von ihm abheben. Sie daher wohl in keiner Beziehung zu dem Nebel selbst und liegen cheinlich weit vor ihm. Die ganze benachbarte Gegend der straße ist übrigens so reich an Sternen (nicht Sternhaufen), daß en RA. 9^h 50′ und 11^h 34′ durch den teleskopischen Aich-Proceß gauges) für einen jeden mittleren Quadratgrad 3138 Sterne den worden sind. Diese Sternmenge steigt sogar bis 5093 in ichungen (sweeps) für RA. 11^h 24′; das sind für einen Quaad Himmelsgewölbe mehr Sterne als dem unbewaffneten Auge prizont von Paris oder Alexandrien Sterne 1ter bis 6ter Größe r werden.[73]

Der Nebelfleck im Schützen. — Er ist von beträchtlicher , wie aus vier einzelnen Massen zusammengesetzt (RA. 17^h 53′, D. 114° 21′), deren eine wiederum dreitheilig ist. Alle sind *nebelfreie Stellen unterbrochen*, und das Ganze war schon von *unvollkommen gesehen*.[74]

Die Nebelflecke im Schwan: — mehrere irreguläre Massen, von denen eine einen sehr schmalen, getheilten Strang bildet, welcher durch den Doppelstern η Cygni geht. Den Zusammenhang der so ungleichen Nebelmassen durch ein sonderbares zellenartiges Gewebe hat zuerst Mason erkannt.[75]

Der Nebelfleck im Fuchse: — von Messier unvollkommen gesehen, No. 27 seines Verzeichnisses; aufgefunden bei Gelegenheit der Beobachtung des Bode'schen Cometen von 1779. Die genaue Bestimmung der Position (RA. 19^{0} 52′ N. P. D. 67^{0} 43′) und die erste Abbildung sind von Sir John Herschel. Es erhielt der Nebelfleck, der eine nicht unregelmäßige Gestalt hat, zuerst den Namen Dumb-bell, bei Anwendung eines Reflectors mit 18zölliger Oeffnung (Philos. Transact. for 1833 Nr. 2060 fig. 26; outlines §. 881). Die Aehnlichkeit mit den Dumb-bells (eisernen, bleigefüllten, lederüberzogenen Kolben, zu beiden Seiten kugelförmig endigend, deren man sich in England zur Stärkung der Muskeln gymnastisch bedient) ist in einem Reflector von Lord Rosse[76] mit dreifüßiger Oeffnung verschwunden (s. dessen wichtige neueste Abbildung, Philos. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 17). Die Auflösung in zahlreiche Sterne gelang ebenfalls, aber die Sterne blieben mit Nebel gemischt.

Der Spiral-Nebelfleck im nördl. Jagdhunde. — Er wurde von Messier aufgefunden am 13 October 1773 (bei Gelegenheit des von ihm entdeckten Cometen) am linken Ohre des Asterion, sehr nahe bei η (Benetnasch) am Schwanz des Großen Bären (No. 51 Messier, und No. 1622 des großen Verzeichnisses in den Philos. Transact. 1833 p. 496 fig. 25); eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Firmamente, sowohl wegen der wundersamen Gestaltung des Nebels, als wegen der unerwarteten formumwandelnden Wirkung, welche der 6füßige Spiegel des Lord Rosse auf ihn ausgeübt hat. In dem 18zölligen Spiegelteleskop von Sir John Herschel zeigte sich der Nebelfleck kugelrund, von einem weitabstehenden Ringe umgeben: so daß er gleichsam ein Bild unserer Sternschicht und ihres Milchstraßen-Ringes darstellte.[77] Das große Teleskop von Parsonstown verwandelte aber im Frühjahr 1845 das Ganze in ein schneckenartig gewundenes Tau, in eine leuchtende Spira: deren Windungen uneben erscheinen und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, körnige, kugelrunde Knoten auslaufen. Dr. Nichol hat eine Abbildung dieses Gegenstandes (dieselbe welche Lord Rosse der Gelehrten-Versammlung in Cambridge 1845 vorlegte) bekannt gemacht.[78] Die vollkommenste ist aber die von Mr. Johnstone Stoney, Philos. Transact. 1850 Part. 1 Pl. XXXV fig. 1. Ganz ähnliche Spiralform haben No. 99 Messier, mit einem einzigen Central-Nucleus, und andere nördliche Nebel.

Es bleibt noch übrig ausführlicher, als es in dem allgemeinen Naturgemälde[79] hat geschehen können, von einem Gegenstande zu reden, welcher in der Welt der Gestaltungen, die das gesammte Firmament darbietet, einzig ist, ja, wenn ich mich so ausdrücken darf, die landschaftliche Anmuth der südlichen Himmelsgefilde erhöht. Die beiden Magellanischen Wolken: welche wahrscheinlich zuerst von portugiesischen, dann von holländischen und dänischen Piloten Cap-Wolken genannt wurden[80], fesseln, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, durch ihren Lichtglanz, ihre sie individualisirende Isolirtheit, ihr gemeinsames Kreisen um den Südpol, doch in ungleichen Abständen, auf das lebhafteste die Aufmerksamkeit des Reisenden. Daß diejenige Benennung, welche sich auf Magellan's Weltumseglung bezieht, nicht die ältere sei: wird durch die ausdrückliche Erwähnung und Beschreibung der kreisenden Lichtwolken von dem Florentiner Andrea Corsali in der Reise nach Cochin und von dem Secretär Ferdinands des Catholischen, Petrus Martyr de Anghiera, in seinem Werke de rebus Oceanicis et Orbe novo (Dec. I lib. IX. p. 96) widerlegt.[81] Die hier bezeichneten Angaben sind beide vom Jahr 1515: während Pigafetta, der Begleiter Magellan's, in seinem Reisejournale der nebbiette nicht eher als im Jahr 1521 gedenkt, wo das Schiff Victoria aus der patagonischen Meerenge in die Südsee gelangte. Der sehr alte Name Cap-Wolken ist übrigens nicht durch die Nähe der, noch südlicheren Constellation des Tafelberges entstanden, da letztere erst von Lacaille eingeführt worden ist. Die Benennung könnte eher eine Beziehung haben auf den wirklichen Tafelberg und auf die, lange von den Seeleuten gefürchtete sturmverkündende Erscheinung einer kleinen Wolke auf seinem Gipfel. Wir werden bald sehen, daß die beiden Nubeculae, in der südlichen Hemisphäre lange bemerkt, aber namenlos geblieben, mit Ausdehnung der Schifffahrt und zunehmender Belebtheit gewisser Handelsstraßen Benennungen erhielten, welche durch diese Handelsstraßen selbst veranlaßt wurden.

Die frequente Beschiffung des indischen Meeres, welches das östliche Afrika bespült, hat am frühesten, besonders seit der Zeit der Fatimiden und der Monsun-Fahrten, Seefahrer mit den dem antarctischen Pole nahen Gestirnen bekannt gemacht. Bei den Arabern findet man, wie bereits oben erwähnt worden ist, schon in der Mitte des zehnten Jahrhunderts einen Namen für die größere der Magellanischen Wolken. Sie ist, wie Ideler aufgefunden, identisch mit dem (weißen) Ochsen, el-bakar, des berühmten Astronomen, Derwisch Abdurrahman Sufi aus Raï, einer Stadt des persischen Irak. Er sagt derselbe *in der Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, die er am Hofe der Sultane aus der Dynastie der Bujiden anfertigte:* „unter den Füßen des Suhel (es ist hier aus

genau genug angegeben; denn die Rectascension von Canopi
6^h 20′, und der östliche Rand der Großen Magellanischen Wol
die Rectascension 6^h 0′. Die Sichtbarkeit der Nubecula maj
nördlichen Breiten hat durch die Präcession seit dem 10ten
hunderte sich nicht erheblich ändern können, indem dieselbe i
nächst verflossenen Jahrtausenden das Maximum ihrer Entfe
vom Norden erreichte. Wenn man die neue Ortsbestimmun
Großen Wolke von Sir John Herschel annimmt, so findet man
zur Zeit von Abdurrahman Sufi der Gegenstand bis 17° nör
Breite vollständig sichtbar war; gegenwärtig ist er es ohngefäl
18°. Die südlichen Wolken konnten also gesehen werde
ganzen südwestlichen Arabien, in dem Weihrauch-Lande von Ho
maut, wie in Yemen, dem alten Culturſitze von Saba und der
eingewanderten Joctaniden. Die südlichste Spitze von Arabien
Aden, an der Straße von Bab-el-Mandeb, hat 12° 45′, Lohei
15° 44′ nördlicher Breite. Die Entstehung vieler arabischer
siedelungen an der Ostküste von Afrika zwischen den Wendekr
nördlich und südlich vom Aequator, trug natürlich auch zur specie
Kenntniß der südlichen Gestirne bei.

Gebildetere europäische (vor allen catalanische und portugie
Piloten besuchten zuerst die Westküste Afrika's jenseits der
Unbezweifelte Documente: die Weltkarte von Marino Sanuto T
aus dem Jahre 1306, das genuesische Portulano Mediceo (1
das Planisferio de la Palatina (1417) und das Ma

ıbringen: von der Expedition des Alonso de Hojeda, welchen rigo Vespucci begleitete (1499), bis zu der Expedition von Ma- n mit Sebastian del Cano (1521) und von Garcia de Loaysa[84] Francisco de Hoces (1525); die Aufmerksamkeit der Seefahrer terbrochen auf die südlichen Gestirne gerichtet. Nach den Tage- rn, die wir besitzen, und nach den historischen Zeugnissen von iera ist dies vorzugsweise geschehen bei der Reise von Amerigo ucci und Vincente Yañez Pinzon, auf welcher das Vorgebirge Augustin (8° 20′ südl. Br.) entdeckt wurde. Vespucci rühmt drei Canopen (einen dunklen, Canopo fosco, und zwei Canopi endenti) gesehen zu haben. Nach einem Versuche, welchen Ideler, charfsinnige Verfasser der Werke über die Sternnamen und hronologie gemacht hat, Vespucci's sehr verworrene Beschrei- des südlichen Himmels in dem Briefe an Lorenzo Pierfrancesco Medici, von der Parthei der Popolani, zu erläutern: gebrauchte das Wort Canopus auf eine eben so unbestimmte Weise als die ischen Astronomen das Wort Suhel. Ideler erweist: der Canopo nella via lattea sei nichts anderes als der schwarze Flecken Große Kohlensack im südlichen Kreuze gewesen; und die Po- von drei Sternen, in denen man α, β und γ der Kleinen erschlange (Hydrus) zu erkennen glaubt, mache es höchst wahr- lich, daß der Canopo risplendente di notabile grandezza (von chtlichem Umfange) die Nubecula major, wie der zweite risplen- e die Nubecula minor sei."[85] Es bleibt immer sehr auffallend, Vespucci diese am Firmament neu gesehenen Gegenstände nicht, lle anderen Beobachter beim ersten Anblicke gethan, mit Wolken ichen habe. Man sollte glauben, eine solche Vergleichung biete unwiderstehlich dar. Petrus Martyr Anghiera, der mit allen eckern persönlich bekannt war und dessen Briefe unter dem leben- Eindrucke ihrer Erzählungen geschrieben sind, schildert unver- ar den milden, aber ungleichen Lichtglanz der Nubeculae. Er „Assecuti sunt Portugallenses alterius poli gradum quin- esimum amplius, ubi punctum (polum?) circumeuntes *quas- nubeculas* licet intueri, veluti in lactea via sparsos fulgores universi coeli globum intra ejus spatii latitudinem."[86] Der ende Ruf und die lange Dauer der Magellanischen Weltumseg- (vom August 1519 bis September 1522), der lange Aufenthalt zahlreichen Mannschaft unter dem südlichen Himmel verdunkelte rinnerung an alles früher beobachtete: und der Name Magel- scher Wolken verbreitete sich unter den schifffahrenden Nationen Mittelmeeres.

Wir haben *hier in einem* einzelnen Beispiele gezeigt, wie die *iterung des geographischen* Horizonts gegen Süden der be- *nden Astronomie* ein neues Feld geöffnet hat. Den Piloten

boten sich unter dem neuen Himmel besonders vier Gegenstände der Neugier dar: das Aufsuchen eines südlichen Polarsterns; die Gestalt des südlichen Kreuzes, das senkrechte Stellung hat, wenn es durch den Meridian des Beobachtungsortes geht; die Kohlensäcke und die kreisenden Lichtwolken. Wir lernen aus der in viele Sprachen übersetzten Anweisung zur Schifffahrt (Arte de Navegar, lib. V cap. 11) von Pedro de Medina, zuerst herausgegeben 1545, daß schon in der ersten Hälfte des 16ten Jahrhunderts Meridianhöhen des Cruzero zu Bestimmung der Breite angewandt wurden. Auf das bloße Beschauen folgte also schnell das Messen. Die erste Arbeit über Stern-Positionen nahe am antarctischen Pole wurde durch Abstände von bekannten Tychonischen Sternen der Rudolphinischen Tafeln erlangt; sie gehört, wie ich schon früher bemerkt habe[87], dem Petrus Theodori aus Emden und dem Friedrich Houtman aus Holland, welcher um das Jahr 1594 in den indischen Meeren schiffte, an. Die Resultate ihrer Messungen wurden bald in die Sterncataloge und Himmelsgloben von Blaeuw (1601), Bayer (1603) und Paul Merula (1605) aufgenommen. Das sind die schwachen Anfänge zur Ergründung der Topographie des südlichen Himmels vor Halley (1677); vor den verdienstvollen astronomischen Bestrebungen der Jesuiten Jean de Fontaney, Richaud und Noël. Es bezeichnen in innigem Zusammenhange die Geschichte der Astronomie und die Geschichte der Erdkunde jene denkwürdigen Epochen, in denen (kaum erst seit drittehalb-hundert Jahren) das kosmische Bild des Firmaments wie das Bild von den Umrissen der Continente vervollständigt werden konnten.

Die Magellanischen Wolken: von welchen die größere 42, die kleine 10 Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedeckt, lassen dem bloßen Auge allerdings auf den ersten Anblick denselben Eindruck, welchen zwei glänzende Theile der Milchstraße von gleicher Größe machen würden, wenn sie isolirt ständen. Bei hellem Mondschein verschwindet indeß die kleine Wolke gänzlich, die große verliert nur beträchtlich von ihrem Lichte. Die Abbildung, welche Sir John Herschel gegeben hat, ist vortrefflich und stimmt genau mit meinen lebhaftesten peruanischen Erinnerungen überein. Der angestrengten Arbeit dieses Beobachters im Jahr 1837 am Vorgebirge der guten Hoffnung verdankt[88] die Astronomie die erste genaue Analyse eines so wunderbaren Aggregats der verschiedenartigsten Elemente. Er fand einzelne zerstreute Sterne in großer Zahl; Sternschwärme und kugelförmige Sternhaufen; ovale reguläre und irreguläre Nebelflecke, mehr zusammengedrängt als in der Nebelzone der Jungfrau und des Haupthaars der Berenice. Die Nubeculae sind also eben wegen dieses complicirten Aggregat-Zustandes weder (wie nur zu oft geschehen) als außerordentlich große Nebelflecke, noch als sogenannte abgesonderte Theile der Milchstraße zu betrachten. In dieser gehören runde Stern-

haufen und besonders ovale Nebelflecke zu den selteneren Erscheinungen[89]: eine kleine Zone abgerechnet, welche zwischen dem Altar und dem Schwanz des Scorpions liegt.

Die Magellanischen Wolken hangen weder unter einander noch mit der Milchstraße durch einen erkennbaren Nebelduft zusammen. Die kleine liegt, außer der Nähe des Sternhaufens im Toucan[90], in einer Art von Sternwüste; die große in einem minder öden Himmelsraume. Der letzteren Bau und innere Gestaltung ist so verwickelt, daß in derselben Massen (wie No. 2878 des Herschel'schen Verzeichnisses) gefunden werden, welche den Aggregat-Zustand und das Bild der ganzen Wolke genau wiederholen. Des verdienstvollen Horner's Vermuthung, als seien die Wolken einst Theile der Milchstraße gewesen, in der man gleichsam ihre vormaligen Stellen erkenne; ist eine Mythe: und eben so ungegründet als die Behauptung, daß in ihnen seit Lacaille's Zeiten eine Fortbewegung, eine Veränderung der Position zu bemerken sei. Diese Position ist wegen Unbestimmtheit der Ränder in Fernröhren von kleinerer Oeffnung früher unrichtig angegeben worden; ja Sir John Herschel erwähnt, daß auf allen Himmelsgloben und Sternkarten die Kleine Wolke fast um eine Stunde in Rectascension fasch eingetragen wird. Nach ihm liegt Nubecula minor zwischen den Meridianen von 0^h 28′ und 1^h 15′, N. P. D. 162^0 und 165^0; Nubecula major RA. 4^h 40′—6^h 0′ und N. P. D. 156^0—162^0. Von Sternen, Nebelflecken und Clusters hat er in der letzteren nicht weniger als 919, in der ersten 244 nach Geradaufsteigung und Abweichung verzeichnet. Um die drei Classen von Gegenständen zu trennen, habe ich in dem Verzeichniß gezählt:

in Nub. major 582 Sterne, 291 Nebelflecke, 46 Sternhaufen
in Nub. minor 200 „ 37 „ 7 „

Die geringere Zahl der Nebel in der Kleinen Wolke ist auffallend. Das Verhältniß derselben zu den Nebeln der Großen Wolke ist wie 1 : 8, während das Verhältniß der isolirten Sterne sich ohngefähr wie 1 : 3 ergiebt. Diese verzeichneten Sterne, fast 800 an der Zahl, sind meistentheils 7ter und 8ter Größe, einige 9ter bis 10ter. Mitten in der Großen Wolke liegt ein schon von Lacaille erwähnter Nebelfleck, 30 Doradûs Bode (No. 2941 von John Herschel); von einer Gestalt, welcher keine andere am Himmel gleich kommen soll. Es nimmt dieser Nebelfleck kaum $1/500$ der Area der ganzen Wolke ein; und doch hat Sir John Herschel die Position von 105 Sternen 14ter bis 16ter Größe in diesem Raume bestimmt: Sternen, die sich auf den ganz unaufgelösten gleichförmig schimmernden, nicht scheckigen Nebel projiciren.[91]

Den Magellanischen Lichtwolken gegenüber kreisen um den Südpol in größerem Abstande die Schwarzen Flecken: welche früh, am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, die Auf-

merksamkeit portugiesischer und spanischer Piloten auf sich gezogen haben. Sie sind wahrscheinlich, wie schon gesagt, unter den drei Canopen, deren Amerigo Vespucci in seiner dritten Reise erwähnt, der Canopo fosco. Die erste sichere Andeutung der Flecken finde ich in der 1ten Decade von Anghiera's Werke de rebus Oceanicis. (Dec. I lib. IX, ed. 1533 p. 20, b). „Interrogati a me nautae qui Vicentium Agnem Pinzonum fuerant comitati (1499), an antarcticum viderint polum: stellam se nullam huic arcticae similem, quae discerni circa punctum (polum?) possit, cognovisse, inquiunt. Stellarum tamen aliam, ajunt, se prospexisse, faciem densamque quandam ab horizonte vaporosam caliginem, quae oculos fere obtenebraret." Das Wort stella wird hier wie ein himmlisches Gebilde genommen; und die Erzählenden mögen sich freilich wohl nicht sehr deutlich über eine caligo, welche die Augen verfinstert, ausgedrückt haben. Befriedigender spricht Pater Joseph Acosta aus Medina del Campo über die schwarzen Flecken und die Ursach dieser Erscheinung. Er vergleicht sie in seiner Historia natural de las Indias (lib. I cap. 2) in Hinsicht auf Farbe und Gestalt mit dem verfinsterten Theile der Mondscheibe. „So wie die Milchstraße", sagt er, „glänzender ist, weil sie aus dichterer Himmels-Materie besteht, und deßhalb mehr Licht ausstrahlt; so sind die schwarzen Flecken, die man in Europa nicht sieht, ganz ohne Licht, weil sie eine Region des Himmels bilden, welche leer, d. h. aus sehr undichter und durchsichtiger Materie zusammengesetzt, ist." Wenn ein berühmter Astronom in dieser Beschreibung die Sonnenflecken erkannt hat[92]; so ist dies nicht minder sonderbar, als daß der Missionar Richaud (1689) Acosta's manchas negras für die Magellanischen Lichtwolken hält.[93]

Richaud spricht übrigens, wie die ältesten Piloten, von Kohlensäcken im Plural; er nennt deren zwei: den großen im Kreuz und einen anderen in der Karls-Eiche; der letztere wird in andren Beschreibungen gar wieder in zwei, von einander getrennte Flecken getheilt. Diese beschreiben Feuillée, in den ersten Jahren des 18ten Jahrhunderts, und Horner (in einem Briefe von 1804 aus Brasilien, an Olbers gerichtet) als unbestimmter und an den Rändern verwaschen.[94] Ich habe während meines Aufenthalts in Peru von den Coal-bags der Karls-Eiche nie etwas befriedigendes auffinden können; und da ich geneigt war es der zu tiefen Stellung der Constellation zuzuschreiben, so wandte ich mich um Belehrung an Sir John Herschel und den Director der Hamburger Sternwarte, Herrn Rümker, welcher in viel südlicheren Breiten als ich gewesen sind. Beide haben, trotz ihrer Bemühung, ebenfalls nichts aufgefunden, was in Bestimmtheit der Umrisse und Tiefe der Schwärze mit dem Coal-sack im Kreuze verglichen werden könnte. Sir John glaubt, daß man nicht von

einer Mehrheit von Kohlensäcken reden müsse, wenn man nicht jede, auch nicht umgrenzte, dunklere Himmelsstelle (wie zwischen α Centauri und β und γ Trianguli [95], zwischen η und ϑ Argûs; und besonders am nördlichen Himmel den leeren Raum in der Milchstraße zwischen ε, α und γ Cygni [96]) dafür wolle gelten lassen.

Der dem unbewaffneten Auge auffallendste und am längsten bekannte Schwarze Flecken des südlichen Kreuzes liegt zur östlichen Seite dieser Constellation und hat eine birnförmige Gestalt, bei 8° Länge und 5° Breite. In diesem großen Raume befinden sich ein sichtbarer Stern 6ter bis 7ter Größe, dazu eine große Menge telescopischer Sterne 11ter bis 13ter Größe. Eine kleine Gruppe von 40 Sternen liegt ziemlich in der Mitte [97]. Sternleerheit und Contrast neben dem prachtvollen Lichtglanze umher werden als Ursachen der merkwürdigen Schwärze dieses Raumes angegeben. Diese letztere Meinung hat sich seit La Caille [98] allgemein erhalten. Sie ist vorzüglich durch die Stern-Aichungen (gauges and sweeps) um den Raum, wo die Milchstraße wie von einem schwarzen Gewölk bedeckt erscheint, bekräftigt. In dem coal-bag gaben die Aichungen (in gleicher Größe des Gesichtsfeldes) 7 bis 9 telescopische Sterne (nie völlige Leerheit, blank fields), wenn an den Rändern 120 bis 200 Sterne gezählt wurden. So lange ich in der südlichen Tropengegend war: unter dem sinnlichen Eindruck der Himmelsdecke, die mich so lebhaft beschäftigte, schien mir, wohl mit Unrecht, die Erklärung durch den Contrast nicht befriedigend. William Herschel's Betrachtungen über ganz sternleere Räume im Scorpion und im Schlangenträger, die er Oeffnungen in dem Himmel (Openings in the heavens) nennt, leiteten mich auf die Idee, daß in solchen Regionen die hinter einander liegenden Sternschichten dünner oder gar unterbrochen seien, daß unsere optischen Instrumente die letzten Schichten nicht erreichen, daß wir wie durch Röhren in den fernsten Weltraum blicken." Ich habe dieser Oeffnungen schon an einem Orte gedacht [99], und die Wirkungen der Perspektive auf solche Unterbrechungen in den Sternschichten sind neuerlichst wieder ein Gegenstand ernster Betrachtung geworden. [100]

Die äußersten und fernsten Schichten selbstleuchtender Weltkörper, der Abstand der Nebelflecke, alles, was wir in dem letzten der sieben cosmischen oder astrognostischen Abschnitte dieses Werkes zusammengedrängt haben: erfüllen die Einbildungskraft und den ahnenden Sinn des Menschen mit Bildern von Zeit und Raum, welche seine Auffassungskraft übersteigen. So bewundernswürdig die Vervollkommnungen der optischen Werkzeuge seit kaum sechzig Jahren gewesen sind: ist man doch zugleich mit den Schwierigkeiten ihrer Construction genug vertraut *geworden, um sich* über die ungemessenen Fortschritte *dieser Vervollkommnung nicht so* kühnen, ja ausschweifenden Erwar-

tungen hinzugeben, als die waren, welche den geistreichen Hooke in den Jahren 1663 bis 1665 ernsthaft beschäftigten.[1] Mäßigung in den Erwartungen wird auch hier sicherer zum Ziele führen. Jeder der auf einander folgenden Menschengeschlechter hat sich des Größten und Erhabensten zu erfreuen gehabt, was es auf der Stufe, zu welcher die Kunst sich erhoben, als die Frucht freier Intelligenz erringen konnte. Ohne in bestimmten Zahlen auszusprechen, wie weit die den Weltraum durchdringende teleskopische Kraft bereits reiche ohne diesen Zahlen viel Glauben zu schenken: mahnt uns doch schon die Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichts, daß das Aufglimmen des fernsten Gestirns, der lichterzeugende Proceß auf seiner Oberfläche „das älteste sinnliche Zeugniß[2] von der Existenz der Materie ist."

Anmerkungen.

1 (S. 206.) Kosmos Bd. I. S. 56—59, 60 und 98; Bd. II. S. 229; Bd. III. S. 31—34, 116 und 145.

2 (S. 206.) Kosmos Bd. III. S. 177—178.

3 (S. 207.) Kosmos Bd. I. S. 57.

4 (S. 208.) Kosmos Bd. III. S. 62, 86 (Anm. 62), 116 und 139 (Anm. 71).

5 (S. 208.) Vor der Expedition von Alvaro Becerra. Die Portugiesen drangen 1471 bis südlich vom Aequator vor. S. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. I. p. 290—292. Aber auch in Ost-Afrika wurde unter den Lagiden der Handelsweg durch den indischen Ocean, begünstigt durch den Südwest-Monsun (Hippalus), von Ocelis an der Straße Bab-el-Mandeb nach dem malabarischen Stapelplatze Muziris und Ceylon benutzt (Kosmos Bd. II. S. 129 und 273 Anm. 21). Auf allen hier genannten Seefahrten waren die Magellanischen Wolken gesehen, aber nicht beschrieben worden.

6 (S. 208.) Sir John Herschel, Capreise § 132.

7 (S. 208.) Kosmos Bd. II. S. 221 u. 328 (Anm. 43). Galilei, welcher den Unterschied der Entdeckungs-Tage (29 Dec. 1609 und 7 Jan. 1610) dem Calender-Unterschied zuzuschreiben sucht, behauptet deshalb die Jupiterssatelliten einen Tag früher als Marius gesehen zu haben; er geht in seinem Zorne gegen die „bugia del impostore *eretico Guntzenhusano*“ so weit zu erklären: „che molto probabilmente il Eretico Simon Mario non ha osservato giammai i Pianeti Medicei“. (S. Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 235—237 und Nelli, Vita e commercio letterario di Galilei 1793 Vol. I. p. 240—246.) Sehr friedsam und bescheiden hatte sich doch der Eretico selbst über das Maaß seines Verdienstes in der Entdeckung ausgedrückt. „Ich behaupte bloß“, sagt Simon Marius in der Vorrede zum Mundus Jovialis: „haec sidera (Brandenburgica) a nullo mortalium mihi ulla ratione commonstrata, sed propria indagine sub ipsissimum fere tempus, vel aliquanto citius quo Galilaeus in Italia ea primum vidit, a me in Germania adinventa et observata fuisse. Merito igitur Galilaeo tribuitur et manet laus primae inventionis horum siderum apud

Italos. An autem inter meos Germanos quispiam ante me ea invenerit et viderit, hactenus intelligere non potui."

8 (S. 208.) Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope perspicilli Belgici (Noribergae 1614).

9 (S. 209.) Kosmos Bd. II. S. 228.

10 (S. 209.) Kosmos Bd. III. S. 117.

11 (S. 209.) „Galilei notò che le Nebulose di Orione null' altro erano che mucchi e coacervazioni d' innumerabili Stelle." Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208.

12 (S. 209.) „In primo integram Orionis Constellationem pingere decreveram; vero, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli. — Cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor veluti albicantis nubis spectetur, sed *complures consimilis coloris areolae sparsim per aethera subfulgeant*, si in illarum quamlibet Specillum convertas, Stellarum constipatarum coetum offendes. Amplius (quod magis mirabile) Stellae, ab Astronomis singulis in hanc usque diem *Nebulosae* appellatae, Stellarum mirum in modum consitarum greges sunt: ex quarum radiorum commixtione, dum unaquaque ob exilitatem, seu maximam a nobis remotionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui densior pars caeli, Stellarum aut Solis radios retorquere valens, hucusque creditus est." Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14 bis 15; Sydereus Nuncius p. 13, 15 (no. 19—21) und 35 (no. 56).

13 (S. 209.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 67. Ich erinnere auch an die Vignette, welche die Einleitung von Hevelii Firmamentum Sobescianum 1687 beschließt und auf der man drei Genien sieht, von welchen zwei am Hevel'schen Sextanten beobachten. Dem dritten Genius, der ein Fernrohr zuträgt und es anzubieten scheint, antworten die Beobachtenden: praestat nudo oculo!

14 (S. 209.) Huygens, Systema Saturnium in seinen Opera varia, Lugd. Bat. 1724, T. II. p. 523 und 593.

15 (S. 210.) „Dans les deux nébuleuses d'Andromède et d'Orion", sagt Dominicus Cassini, „j'ai vu des étoiles qu'on n'aperçoit pas avec des lunettes communes. Nous ne savons pas si l'on ne pourroit pas avoir des lunettes assez grandes pour que toute la nébulosité pût se résoudre en de plus petites étoiles, comme il arrive à celles du Cancer et du Sagittaire." Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700 und 744.

16 (S. 210.) Kosmos Bd. I. S. 252 Anm. 66.

17 (S. 210.) Ueber Ideen-Gemeinschaft und Ideen-Verschiedenheit von Lambert und Kant wie über die Zeiten ihrer Publicationen s. Struve, *études* d'Astr. stellaire p. 11, 13 und 21; notes 7, 15 und 33. *Kant's „allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" erschien anonym und dem Großen König zugeeignet 1755*; Lambert's „Photometria", wie schon

n bemerkt worden iſt, 1760, ſeine „Sammlung kosmologiſcher Briefe über Einrichtung des Weltbaues“ 1761.

18 (S. 211.) „Those Nebulae“, ſagt John Michell 1767 (Philos. ansact. Vol. LVII. for 1767 p. 251), „in which we can discover ner none, or only a few stars even with the assistance of the best scopes, are probably systems, that are still more distant than rest.“

19 (S. 211.) Meſſier in den Mém. de l'Académie des Sciences 1771 p. 435 und in der Connois. des temps pour 1783 et 4. Das ganze Verzeichniß enthält 103 Objecte.

20 (S. 211.) Philos. Transact. Vol. LXXVI., LXXIX. und XCII.

21 (S. 211.) „The nebular hypothesis, as it has been termed, and theory of siderial aggregation stand in fact quite independent of h other.“ Sir John Herſchel, outlines of Astronomy §. 872 599.

22 (S. 212.) Die Zahlen, welche ich hier gebe, ſind die aufgezählter Ob- e von No. 1 bis 2307 im europäiſchen, nördlichen Catalog von 1833 die von No. 2308 bis 4015 im afrikaniſchen, ſüdlichen Catalog (Cap- ſe p. 51—128).

23 (S. 212.) James Dunlop in den Philosophical Transtions for 1828 p. 113—151.

24 (S. 212.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 52 und 76 (Anm. 34.)

25 (S. 212.) An account of the Earl of Rosse's great lescope p. 14—17: wo die Liſte der im März 1845 von Dr. Robinſon Sir James South aufgelöſten Nebel gegeben wird. „Dr. Robinson could leave this part of his subject without calling attention to the fact, t no real nebula seemed to exist among so many of these objects sen without any bias: all *appeared* to be clusters of stars, and every ditional one which shall be resolved will be an additional argument inst the existence of any such.“ Schumacher, aſtr. Nachr. No. 536. In der Notice sur les grands Télescopes de Lord Oxmanwn, aujourd'hui Earl of Rosse (Bibliothèque universelle Genève T. LVII. 1845 p. 342—357) heißt es: „Sir James South rapde que jamais il n'a vu de représentations sidérales aussi magnifiques celles que lui offrait l'instrument de Parsonstown; qu'une bonne tie des nébuleuses se présentaient comme des amas ou groupes toiles, tandis que quelques autres, à ses yeux du moins, n'offraient une apparence de résolution en étoiles.“

26 (S. 212.) Report of the fifteenth Meeting of the British Asciation, held at Cambridge in June 1845, p. XXXVI und outes of Astr. p. 597 und 598. „By far the major part“, ſagt Sir n Herſchel, „probably at least nine tenths of the nebulous contents he heavens consist of nebulae of spherical or elliptical forms, preting every *variety of elongation* and central condensation. Of these

a *great number* have been resolved into distant stars (by the Reflector of the Earl of Rosse), and a vast multitude more have been found to present that mottled appearance, which renders it almost a matter of certainty that an increase of optical power would show them to be similarly composed. A not unnatural or unfair induction would therefore seem to be, that those which resist such resolution, do so only in consequence of the smallness and closeness of the stars of which they consist: that, in short, they are only optically and not physically nebulous. — Although nebulae do exist which even in this powerful telescope (of Lord Rosse) appear as nebulae, without any sign of resolution, it may very reasonably be doubted whether there be really any essential physical distinction between nebulae and clusters of stars."

27 (S. 212.) Dr. Nichol, Professor der Astronomie zu Glasgow, hat diesen, aus Castle Parsonstown datirten Brief in seinen thoughts of some important points relating to the System of the World 1846 p. 55 bekannt gemacht: „In accordance with my promise of communicating to you the result of our examination of Orion, I think, I may safely say, that there can be little, if any doubt as to the resolvability of the Nebula. Since you left us, there was not a single night when, in absence of the moon, the air was fine enough to admit of our using more than half the magnifying power the speculum bears: still we could plainly see that all about the trapezium is a mass of stars; the rest of the nebula also abounding with stars and exhibiting the characteristics of resolvability strongly marked."

28 (S. 213.) Vergl. Edinb. Review. Vol. 87. 1848. p. 186.

29 (S. 213.) Kosmos Bd. III. S. 119 und 140 (Anm. 84.)

30 (S. 213.) Kosmos Bd. III. S. 29.

31 (S. 213.) Newton, Philosophiae Naturalis Principia mathematica 1760 T. III. p. 671.

32 (S. 214.) Kosmos Bd. I. S. 91.

33 (S. 214.) Kosmos Bd. I. S. 252 (Anm. 66).

34 (S. 214.) Sir John Herschel, Capreise § 109—111.

35 (S. 214.) Die Fundamente dieser Aufzählung erheischen hier eine Erläuterung. Die drei Cataloge von Herschel dem Vater enthalten 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebel und 197 Sternhaufen (Mädler, Astr. S. 448.) In der späteren, weit genaueren Musterung des Sohnes (Observations of Nebulae and Clusters of stars made at Slough with a twenty-feet Reflector between the years 1825 and 1833, in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1833 p. 365—481) wurden diese Zahlen verändert. Ohngefähr 1800 Objecte waren identisch mit denen der drei früheren Cataloge; drei- bis vierhundert aber wurden vorläufig ausgeschlossen, und mehr als fünfhundert neu entdeckte in Rectascension und Declination bestimmt (Struve, Astr. stellaire p. 48). *Das nördliche* Verzeichniß enthält 152 Sternhaufen, folglich 2307 — 15

= 2155 Nebelflecke; aber unter den Nummern des südlichen Catalogs sind Capreise p. 3 § 6 und 7) von 4015 — 2307 = 1708 Objecten, unter denen sich 236 Sternhaufen finden, 233 abzuziehen (nämlich 89 + 135 + 9; s. Capreise p. 3 § 6—7 und p. 128) als zum nördlichen Verzeichniß gehörig, beobachtet von Sir William und Sir John Herschel in Slough und von Messier in Paris. Es bleiben also für die Cap-Beobachtungen übrig: 1708 — 233 = 1475 Nebel und Sternhaufen, oder 1239 Nebelflecke allein. Zu den 2307 Objecten des nördlichen Catalogus von Slough sind dagegen zuzurechnen 135 + 9 = 144. Es wird daher dieses nördliche Verzeichniß anwachsen zu 2451 Objecten: in denen, nach Abzug von 152 Clusters, 2299 Nebelflecke enthalten sind, welche Zahlen sich indeß nicht auf eine strenge Abgrenzung nach der Polhöhe von Slough beziehen. Wenn in der Topographie des Firmaments beider Hemisphären numerische Verhältnisse angegeben werden müssen; so glaubt der Verfasser auch in solchen Zahlen, die allerdings ihrer Natur wegen nach Verschiedenheit der Zeitepochen und den Fortschritten in der Beobachtung veränderlich sind, nicht unsorgfältig sein zu dürfen. Der „Entwurf zu einem Kosmos" soll streben den an eine bestimmte Epoche gebundenen Zustand des Wissens zu schildern.

36 (S. 214.) „There are between 300 and 400 Nebulae of Sir William Herschel's Catalogue still unobserved by me, for the most part very faint objects....", heißt es in den Cap-Beobachtungen p. 134.

37 (S. 215.) A. a. O. § 7. (Vergl. Donlop's Catalogue of Nebulae and Clusters of the Southern Hemisphere in den Philos. Transact. for 1828 p. 114—146.)

38 (S. 215.) Kosmos Bd. III. S. 197.

39 (S. 215.) Capreise § 105—107.

40 (S. 215.) In der großen Ausgabe des Kosmos Bd. III. S. 118 Zeile 3 von unten sind durch einen Druckfehler die Wörter Südpol und Nordpol mit einander verwechselt.

41 (S. 215.) „In this *Region* of *Virgo*, occupying about one-eighth of the whole surface of the sphere, one-third of the entire nebulous contents of the heavens are congregated. Outlines p. 596.

42 (S. 216.) Ueber diese barren region s. Capreise § 101 p. 135.

43 (S. 216.) Ich gründe mich in diesen numerischen Angaben auf Summirung derjenigen Zahlen, welche die Projection des nördlichen Himmels (Capreise Pl. XI) darbietet.

44) (S. 217.) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319. — In der langen Reihe von Seefahrten, welche die Portugiesen unter dem Einfluß des Infanten Don Henrique längs der Westküste von Afrika unternahmen, um bis zum Aequator vorzudringen, war der Venetianer Cadamosto (eigentlich genannt Aluise da Ca da Mosto), als er sich mit Antoniotto Usodimare an der Mündung des Senegal 1454 vereinigt hatte, zuerst mit der Lage und Aufsuchung eines Süd-Polarsterns beschäftigt gewesen. „Da ich," sagt er, „noch den Nord-Polarstern sehe (er befand sich ohngefähr in

13° nördlicher Breite), so kann ich nicht den südlichen selbst sehen; aber die Constellation, welche ich gegen Süden erblicke, ist der Carro del ostro (der Wagen des Südens)." (Aloysii Cadam. Navig. cap. 43 p. 32; Ramusio, delle Navigationi et Viaggi Vol. I. p. 107.) Sollte er sich aus einigen großen Sternen des Schiffes einen Wagen gebildet haben? Die Idee, daß beide Pole jeder einen Wagen hätten, scheint damals so verbreitet gewesen zu sein, daß in dem Itinerarium Portugallense 1508 fol. 23 b und in Grynäus, Novus Orbis 1532 p. 58 eine ganz dem kleinen Bär ähnliche Constellation als von Cadamosto gesehen abgebildet wurde: während Ramusio (Navigationi Vol. I p. 107) und die neue Collecção de Noticias para a hist. e geogr. das Nações Ultramarinas (T. II. Lisboa 1812 p. 57 cap. 39) statt dessen eben so willkürlich das südliche Kreuz abbilden (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. V. p. 236). Weil man im Mittelalter: wahrscheinlich um die zwei Tänzer, *χορευταί*, des Hygin (Poet. astron. III, 1), d. i. die Ludentes des Scholiasten zum Germanicus oder Custodes des Vegetius, im Kleinen Wagen zu ersetzen, die Sterne β und γ des Kleinen Bären wegen ihres Kreisens um den nahen Nordpol zu Wächtern dieses Pols (le due Guardie, the Guards) bestellt hatte; und da diese Benennung, wie der Gebrauch der Wächter zu Bestimmung der Polhöhe (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 4—7 p. 183—195), bei den europäischen Piloten aller Nationen in den nördlichen Meeren weit verbreitet war: so führten Trugschlüsse der Analogie ebenfalls dahin, daß man am südlichen Horizont zu erkennen glaubte, was man lange vorher gesucht. Erst als Amerigo Vespucci auf seiner zweiten Reise (Mai 1499 bis September 1500) und Vicente Yañez Pinzon (beide Reisen sind vielleicht eine und dieselbe) in der südlichen Hemisphäre bis zum Cap San Augustin gelangten, beschäftigten sie sich fleißig, aber vergebens, mit dem Aufsuchen eines sichtbaren Sterns in der unmittelbaren Nähe des Südpols. (Bandini, Vita e Lettere di Amerigo Vespucci 1745 p. 70; Anghiera, Oceanica 1510 Dec. I lib. 9 p. 96; Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 319 und 325.) Der Südpol lag damals in der Constellation des Octanten; so daß β der Kleinen Wasserschlange, wenn man die Reduction nach dem Catalogus von Brisbane macht, noch volle 80° 5′ südliche Declination hatte. „Indem ich mit den Wundern des südlichen Himmels beschäftigt war und umsonst einen Südpolarstern suchte", sagt Vespucci in dem Briefe an Pietro Francesco de' Medici, „erinnerte ich mich der Worte (de un detto) unseres Dante, als er im 1ten Capitel des Purgatorio singirt aus einer Hemisphäre in die andere überzugehen, den antarctischen Pol beschreiben will und singt: Io mi volsi a man destra.... Mein Glaube ist, daß in diesen Versen der Dichter durch seine vier Sterne (non viste mai fuor ch'alla prima gente) den Pol des anderen Firmaments hat bezeichnen wollen. Ich bin um so gewisser, daß dem so sei, als ich in der That vier Sterne sah, die zusammen eine mandorla bildeten und eine geringe (?) Bewegung haben." Vespucci meint das südliche Kreuz, la croce maravigliosa des Andrea Corsali (Brief aus Cochin vom 6 Januar 1515 in Ramusio Vol. I.

p. 177): deſſen Namen er noch nicht kannte, das ſpäter allen Piloten (wie am Nordpole β und γ des Kleinen Bären) zur Aufſuchung des Südpols (Mém. de l'Acad. des Sc. 1666—1699 T. VII. Part. 2. Paris 1729 p. 58) und zu Breiten-Beſtimmungen (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 11 p. 204) diente. Vergl. meine Unterſuchung der berühmten Stelle des Dante in dem Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319—334. Eben da habe ich auch daran erinnert, daß α des ſüdlichen Kreuzes, mit welchem in neuerer Zeit Dunlop (1826) und Rümker (1838) ſich in Paramatta beſchäftigt haben, zu den Sternen gehört, deren Vielfachheit am früheſten 1681 und 1687 von den Jeſuiten Fontaney, Noël und Richaud erkannt worden iſt. (Hist. de l'Acad. depuis 1686—1699 T. II. Par. 1733 p. 19; Mém. de l'Acad. depuis 1666—1699 T. VII, 2. Par. 1729 p. 206; Lettres édifiantes, Recueil VII. 1703 p. 79.) Ein ſo frühes Erkennen von binären Syſtemen, lange vor dem von ζ Ursae maj. (Kosmos Bd. III. S. 193), iſt um ſo merkwürdiger, als 70 Jahre darauf Lacaille α Crucis nicht als Doppelſtern beſchreibt: vielleicht weil (wie Rümker vermuthet) damals der Hauptſtern und der Begleiter in allzu kleiner Entfernung von einander ſtanden. (Vergl. Sir John Herſchel, Capreiſe § 183—185.) Faſt zugleich mit der Doppelheit von α Crucis wurde von Richaud auch die von α Centauri entdeckt: und zwar 19 Jahre vor Feuillée's Reiſe, welchem Henderſon dieſe Entdeckung irrig zuſchrieb. Richaud bemerkt: „daß zur Zeit des Cometen von 1689 die beiden Sterne, welche den Doppelſtern α Crucis bilden, beträchtlich von einander abſtanden; daß aber in einem 12füßigen Refractor die beiden Theile von α Centauri zwar deutlichſt zu erkennen waren, ſich aber faſt zu berühren ſchienen."

45 (S. 217.) Capreiſe § 44 und 104.

46 (S. 217.) Kosmos Bd. III. S. 117 und 139. Doch iſt es, wie wir ſchon oben bei den Sternhaufen bemerkt haben (a. a. O. S. 118), Herrn Bond in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, durch die außerordentliche raumdurchdringende Kraft ſeines Refractors, geglückt den ſehr länglich geſtreckten, elliptiſchen Nebel der Andromeda, welcher nach Bouillaud ſchon vor Simon Marius 985 und 1428 beſchrieben wurde und einen röthlichen Schimmer hat, gänzlich aufzulöſen. In der Nachbarſchaft dieſes berühmten Nebelfleckes befindet ſich der noch unaufgelöſte, aber in Geſtaltung ſehr ähnliche, welchen meine, in hohem Alter dahingeſchiedene, allgemein verehrte Freundinn, Miß Carolina Herſchel, am 27 Auguſt 1783 entdeckte (Philos. Transact. 1833 No. 61 des Verzeichniſſes der Nebelflecke, fig. 52).

47 (S. 218.) Annular Nebula: Capreiſe p. 53, outlines of Astr. p. 602; Nébuleuse perforée: Arago im Annuaire pour 1842 p. 423; Bond in Schum. aſtr. Nachr. No. 611.

48 (S. 218.) Capreiſe p. 114 Pl. VI fig. 3 und 4; vergl. auch No. 2072 in den Philos. Transact. for 1833 p. 466 Lord Roſſe's Abbildungen des Ringnebels in der Leier und der ſonderbaren Crab-Nebula ſ. in Richol's

thoughts on the System of the World p. 21 Pl. IV und p. 22 Pl. I fig. 5.

49 (S. 218.) Betrachtet man den planetarischen Nebelfleck im Großen Bären als eine Sphäre von 2′ 40″ scheinbaren Durchmessers „und nimmt die Entfernung derselben gleich der bekannten von 61 Cygni; so erhält man einen wirklichen Durchmesser der Sphäre, der 7mal größer wäre als die Bahn, welche Neptun beschreibt." Outlines § 876.

50 (S. 218.) Outlines p. 603, Capreise § 47. Ein orangenrother Stern 8^m ist in der Nähe von No. 3365; aber der planetarische Nebel bleibt auch dann tief indigblau, wenn der rothe Stern nicht im Felde des Teleskops ist. Die Färbung ist also nicht Folge des Contrastes.

51 (S. 219.) Kosmos Bd. III. S. 113, 198 und 204. Der Begleiter und der Hauptstern sind blau oder bläulich in mehr als 63 Doppelsternen. Indigblaue Sternchen sind eingemengt in den prachtvollen, vielfarbigen Sternhaufen No. 3435 des Cap-Catalogs (Dunlop's Cat. No. 301). Ein ganzer einförmig blauer Sternhaufen steht am südlichen Himmel (No. 573 von Dunlop, No. 3770 von John Herschel). Es hat derselbe $3^1/_2$ Minuten im Durchmesser, mit Ausläufern von 8 Minuten Länge; die Sternchen sind 14ter und 16ter Größe. (Capreise p. 119.)

52 (S. 219.) Kosmos Bd. I. S. 57 und 234. Vergl. outlines of Astronomy § 877.

53 (S. 219.) Ueber die Verwickelung der dynamischen Verhältnisse bei den partiellen Attractionen im Inneren eines kugelrunden Sternhaufens, welche für schwache Teleskope als ein runder, gegen das Centrum dichterer Nebelfleck erscheint, s. Sir John Herschel in: outl. of Astr. § 866 und 872, Capreise §. 44 und 111 bis 113, Philos. Transact. for 1833 p. 501, Address of the President in dem Report of the 15th meeting of the British Association 1845 p. XXXVII.

54 (S. 219.) Mairan, traité de l'Aurore boréale p. 263 (Arago im Annuaire pour 1842 p. 403—413).

55 (S. 219.) Andere Beispiele von Nebelsternen sind nur 8^m bis 9^m: wie No. 311 und 450 des Catalogs von 1833 fig. 31, mit Photosphären von 1′ 30″ (outlines of Astr. § 879).

56 (S. 220.) Capreise p. 117 No. 3727, Pl. VI fig. 16.

57 (S. 220.) Merkwürdige Formen der unregelmäßigen Nebel sind: die omega-artige (Capreise Pl. II. fig. 1 No. 2008; auch untersucht und beschrieben von Lamont und einem hoffnungsvollen, der Wissenschaft zu früh entrissenen, nordamerikanischen Astronomen, Mr. Mason, in den Mem. of the Amer. Philos. Soc. Vol. VII. p. 177); ein Nebel mit 6 bis 8 Kernen (Capreise p. 19 Pl. III fig. 4); die cometenartigen, büschelförmigen, in denen die Nebelstrahlen bisweilen wie von einem Stern 9^m ausgehen (Pl. VI fig. 18 No. 2534 und 3688); ein Silhouetten-Profil, büstenartig (Pl. IV fig. 4 No. 3075); *eine Spaltöffnung*, die einen fadenförmigen Nebel einschließt (No. 3501 Pl. IV *fig. 2*). Outlines of Astronomy § 883, Capreise § 121.

58 (S. 220.) Kosmos Bd. III. S. 120—121; outlines § 785.

59 (S. 220.) Kosmos Bd. I. S. 97 und 255 (Anm. 83); Sir John erschel, erste Ausgabe des Handbuchs der Astronomie (a treatise on stronomy 1833, in Lardner's Cabinet Cyclopaedia) § 616; ittrow, theoretische Astronomie 1834 Th. II. § 234.

60 (S. 220.) E. Edinb. Review Jan. 1848 p. 187 und Capreise 96 und 107. „A zone of nebulae," sagt Sir John Herschel, „encircling e heavens, has so many interruptions and is so faintly marked out rough by far the greater part of the circumference, that its existence such can be hardly more than suspected."

61 (S. 221.) „Es ist wohl kein Zweifel", schreibt Dr. Galle, „daß in r Zeichnung (Opere di Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14 No. 20), elche Sie mir mittheilen, auch der Gürtel des Orion und das Schwerdt mit thalten sind, folglich auch der Stern ν; aber bei der augenfälligen Ungenauigkeit der Abbildung sind die drei kleinen Sterne am Schwerdte, deren mittelster ist und die (für das unbewaffnete Auge) wie in gerader Linie stehen, schwer rauszufinden. Ich vermuthe, daß Sie den Stern , richtig bezeichnet haben, nd daß der helle Stern rechts daneben oder der Stern unmittelbar darüber ν." Galilei sagt ausdrücklich: „in primo integram Orionis Constellationem ingere decreveram; verum, ab ingenti stellarum copia, temporis vero opia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli." Die rschäftigung Galilei's mit der Constellation des Orion ist um so merkwürdiger, s 400 Sterne, die er zwischen dem Gürtel und dem Schwerdte auf 10 Quadratgraden zu zählen glaubte (Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208), fand och Lambert (cosmolog. Briefe 1760 S. 155) zu der unrichtigen Schätzung on 1650000 Sternen am ganzen Firmament (Struve, Astronomie stellaire p. 14 und note 16) verleiteten.

62 (S. 221.) Kosmos Bd. II. S. 229.

63 (S. 222.) „Ex his autem tres illae pene inter se contiguae stellae, imque his aliae quatuor, velut trans nebulam lucebant: ita ut spatium rea ipsas, qua forma hic conspicitur, multo illustrius appareret reliquo mni caelo; quod cum apprime serenum esset ac cerneretur nigerrimum, elut hiatu quodam interruptum videbatur, per quem in plagam magis ocidam esset prospectus. Idem vero in hanc usque diem nihil immutata cie saepius atque eodem loco conspexi; adeo ut perpetuam illic sedem bere credibile sit hoc quidquid est portenti: cui certe simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam caeterae nebulosae im existimatae, atque ipsa via lactea, perspicillo inspectae, nullas ebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plurium stellarum ngeries et frequentia." Christiani Hugenii Opera varia Lugd. t. 1724 p. 540—541. Die Vergrößerung, welche Huygens in seinem 23füßigen fractor anwandte, schätzte er selbst nur hundertfach (p. 538). Sind die quatuor stellae *trans nebulam lucentes* die Sterne des Trapez? Die kleine, sehr be Zeichnung (*Tab. XLVII fig. 4*, phenomenon in Orione novum) stellt

nur eine Gruppe von 3 Sternen dar: allerdings neben einem Einschnitte, welchen man für den Sinus magnus halten möchte. Vielleicht sind nur die 3 Sterne im Trapez, welche 4ter bis 7ter Größe sind, verzeichnet. Auch rühmt Dominicus Cassini, daß der vierte Stern erst von ihm gesehen worden sei.

64 (S. 222.) William Cranch Bond in den Transactions of the American Academy of Arts and Sciences, new Series Vol. III. p. 87—96.

65 (S. 222.) Capreise § 54—69 Pl. VIII; outlines of Astr. § 837 und 885 Pl. IV fig. 1.

66 (S. 222.) Sir John Herschel in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. II. 1824 p. 487—495, Pl. VII und VIII. Die letztere Abbildung giebt die Nomenclatur der einzelnen Regionen des, von so vielen Astronomen durchforschten Orions-Nebels.

67 (S. 222.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700. Cassini rechnete die Erscheinung dieses vierten Sternes („aggiunta della quarta stella alle tre contigue") zu den Veränderungen, welche der Orions-Nebel in seiner Zeit erlitten habe.

68 (S. 222.) „It is remarkable that within the area of the trapezium no nebula exists. The brighter portion of the nebula immediately adjacent to the trapezium, forming the square front of the head, is shown with the 18-inch reflector broken up into masses, whose mottled and curdling light evidently indicates by a sort of granular texture its consisting of stars; and when examined under the great light of Lord Rosse's reflector or the exquisite defining power of the great achromatic at Cambridge, U. S., is evidently perceived to consist of clustering stars. There can therefore be little doubt as to the whole consisting of stars, too minute to be discerned individually even with the powerful aids, but which become visible as points of light when closely adjacent in the more crowded parts" (Outlines p. 609.) William C. Bond, der einen 23füßigen, mit einem 14zölligen Objectiv versehenen Refractor anwandte, sagt: „there is a great diminution of light in the interior of the Trapezium, but no suspicion of a star" (Mem. of the Amer. Acad., new Series Vol. III. p. 93).

69 (S. 223.) Philos. Transact. for the year 1811 Vol. CI. p. 324.

70 (S. 223.) „Such is the general blaze from that part of the sky", sagt der Capitän Jacob (Bombay Engineers) zu Punah, „that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon." Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part. 4. p. 445.

71 (S. 223.) Kosmos Bd. III. S. 166—168.

72 (S. 223.) Capreise § 70—90 Pl. IX, outlines of Astronomy § 887 Pl. IV fig. 2.

I.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus[3] die Sonne nennt, ist das allbelebende, pulsirende Herz des Universums nach Theon dem Smyrnäer[4]; sie ist der Urquell des Lichtes und der strahlenden Wärme, der Erreger vieler irdischen electro-magnetischen Processe: ja des größeren Theils der organischen Lebensthätigkeit, besonders der vegetabilischen, auf unserem Planeten. Die Sonne bringt, wenn man ihre Kraftäußerungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Veränderungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Massen-Attraction, wie in der Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen: deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung und Unterhaltung der electro-magnetischen Thätigkeit der Erdrinde und der des Sauerstoff-Gehaltes der Atmosphäre: bald still und sanft chemische Ziehkräfte erzeugend, und das organische Leben mannigfach in der Endosmose der Zellen-Wandung, in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfaser bestimmend; bald Lichtprocesse im Luftkreise (farbig flammendes Polarlicht, Donnerwetter, Orkane und Meersäulen) hervorrufend.

Haben wir hier versucht die solaren Einflüsse, in so fern sie sich nicht auf die Achsenstellung und Bahn unseres Weltkörpers beziehen, in Ein Gemälde zusammenzudrängen; so ist es, um durch Darstellung des Zusammenhanges großer und auf den ersten Blick heterogen scheinender Phänomene recht überzeugend zur Anschauung

Schiffe der Expedition von Loaysa 1525 befehligte. Er sah wahrscheinlich einen Theil des Feuerlandes westlich von der Staaten-Insel; denn das Cap Horn liegt nach Fitz Roy 55° 58′ 41″. Vergl. Navarrete, Viages y descubrim. de los Espanoles T. V. p. 28 und 404.

85 (S. 227.) Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 295—316; T. V. p. 225—229 und 235 (Ideler, Sternnamen S. 346.)

86 (S. 227.) Petrus Martyr Angl., Oceanica Dec. III. lib. 1 p. 217. Ich kann aus den numerischen Angaben Dec. II lib. 10 p. 204 und Dec. III lib. 10 p. 232 erweisen, daß der Theil der Oceanica, in welchem der Magellanischen Wolken gedacht wird, zwischen 1514 und 1516, also unmittelbar nach der Expedition von Juan Diaz de Solis nach dem Rio de la Plata (damals Rio de Solis, una mar dulce), geschrieben ist. Die Breiten-Angabe ist sehr übertrieben.

87 (S. 228.) Kosmos Bd. II. S. 204, Bd. III. S. 100 und 114.

88 (S. 228.) Kosmos Bd. I. S. 57 und 234 (Anm. 2). Vergl. Capreise p. 143—164; die beiden Magellanischen Wolken, wie sie dem bloßen Auge erscheinen, Pl. VII; teleskopische Analyse der Nubecula major Pl. X; der Nebelfleck des Dorado besonders dargestellt Pl. II fig. 4 (§ 20—23). Outlines § 892—896, Pl. V fig. 1, und James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 Part. 1. p. 147—151. — So irrig waren die Ansichten der ersten Beobachter, daß der, von Dominicus Cassini sehr geschätzte Jesuit Fontaney, welchem man viele werthvolle astronomische Beobachtungen aus Indien und China verdankt, noch 1685 schreibt: „Le grand et le petit Nuages sont deux choses singulières. Ils ne paroissent aucunement un amas d'étoiles comme *Praesepe Cancri*, ni même une lueur sombre, comme la Nébuleuse d'Andromède. On n'y voit presque rien avec de très grandes lunettes, quoique sans ce secours on les voye fort blancs, particulièrement le grand Nuage." Lettre du Père de Fontaney au Père de la Chaize, Confesseur du Roi, in den Lettres édifiantes Recueil VII. 1703 p. 78; und Hist. de l'Acad. des Sciences depuis 1686—1699 (T. II. Paris 1733) p. 19. — Ich bin im Texte bei der Beschreibung der Magellanischen Wolken allein der Arbeit von Sir John Herschel gefolgt.

89 (S. 229.) Kosmos Bd. III. S. 119 und 140 (Anm. 85).

90 (S. 229.) A. a. O. S. 118 und 139 (Anm. 75).

91 (S. 229.) Vergl. Capreise § 20—23 und 133, die schöne Abbildung Pl. II fig. 4 und ein Special-Kärtchen auf der graphischen Analyse Pl. X, wie outlines § 896 Pl. V fig. 1.

92 (S. 230.) Kosmos Bd. II. S. 204 und 311 (Anm. 5).

93 (S. 230.) Mémoires de l'Acad. des Sc. depuis 1666 jusqu'à 1699 T. VII. Partie 2. (Paris 1729) p. 206.

94 (S. 230.) Brief an Olbers von St. Catharina (Jan. 1804) in Zach's *monatl.* Correspondenz zur Beförd. der Erd- und Himmels-*Kunde* Bd. X. S. 240. (Vergl. über Feuillée's Beobachtung und die

bbildung des ſchwarzen Fleckens im ſüdlichen Kreuze Zach a. a. O. Bd. XV. 307 S. 388—391.)

95 (S. 231.) Capreiſe Pl. XIII.

96 (S. 231.) Outlines of Astronomy p. 531.

97 (S. 231.) Capreiſe p. 384, No. 3407 des Verzeichniſſes der Nebel nd Sternhaufen. (Vergl. Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 149 und No. 272 ſeines Catalogs.)

98 (S. 231.) „Cette apparence d'un noir foncé dans la partie orientale e la Croix du sud, qui frappe la vue de tous ceux qui regardent le el austral, est causée par la vivacité de la blancheur de la voie lactée ui renferme l'espace noir et l'entoure de tous côtés.“ La Caille in n Mémoires de l'Académie des Sciences Année 1755 (Par. 761) p. 199.

99 (S. 231.) Bd. I. S. 99 und 255 (Anm. 87).

100 (S. 231.) „When we see“, ſagt Sir John Herſchel, „in the oal-sack (near *a Crucis*) a sharply defined oval space free from stars, would seem much less probable that a conical or *tubular* hollow tra- rses the whole of a starry stratum, continuously extended from the e outwards, than that a *distant* mass of comparatively moderate ickness should be simply perforated from side to side.....“ Out- nes § 792 p. 532.

1 (S. 232.) Lettre de Mr. Hooke à Mr. Auzout in den Mé- oires de l'Académie des Sc. 1666—1699 T. VII. Partie 2 p. 30 nd 78.

2 (S. 232.) Kosmos Bd. I. S. 100.

die teleſcopiſchen Stern-Aichungen, welche auf die räumliche Vertheilung der Weltkörper leiten; die Perioden von veränderlichen Sternen und der langſame Umlauf der Doppelſterne. Was ſeiner Natur nach ſich der eigentlichen Meſſung entzieht: wie die relative Lage und Geſtaltung von Sternſchichten oder Ringen von Sternen, die Anordnung des Weltbaues, die Wirkungen gewaltſam umänderner Naturgewalten im Auflodern oder Verlöſchen ſogenannter neuer Sterne; regt um ſo tiefer und lebendiger an, als es das anmuthige Nebelland der Phantaſie berührt.

Wir enthalten uns vorſätzlich in den nächſtfolgenden Blättern aller Betrachtungen über die Verbindung unſeres Sonnenſyſtems mit den Syſtemen der anderen Fixſterne; wir kommen nicht wieder zurück auf die Fragen von der Unterordnung und Gliederung der Syſteme, die, man möchte ſagen, aus intellectuellen Bedürfniſſen ſich uns aufdrängen; auf die Frage: ob unſer Centralkörper, die Sonne, nicht ſelbſt in planetariſcher Abhängigkeit zu einem höheren Syſteme ſtehe: vielleicht gar nicht einmal als Hauptplanet, ſondern nur der Trabant eines Planeten, wie unſere Jupitersmonde. Beſchränkt auf den mehr heimiſchen Boden, auf das Sonnengebiet, haben wir uns des Vorzugs zu erfreuen, daß: mit Ausnahme deſſen, was ſich auf die Deutung des Oberflächen-Anſehens oder gasförmiger Umhüllungen der kreiſenden Weltkörper, den einfachen oder getheilten Schweif der Cometen, auf den Ring des Zodiacallichts oder das räthſelhafte Erſcheinen der Meteor-Asteroiden bezieht; faſt alle Reſultate der Beobachtung einer Zurückführung auf Zahlenverhältniſſe fähig ſind, alle ſich als Folgerung aus ſtreng zu prüfenden Vorausſetzungen darbieten. Nicht die Prüfung dieſer Vorausſetzungen ſelbſt gehört in den Entwurf einer phyſiſchen Weltbeſchreibung, ſondern die methodiſche Zuſammenſtellung numeriſcher Reſultate. Sie ſind das wichtige Erbtheil, welches, immerdar wachſend, ein Jahrhundert dem anderen überträgt. Eine Tabelle, die Zahlen-Elemente der Planeten (mittlere Entfernung von der Sonne, ſideriſche Umlaufszeit, Excentricität der Bahn, Neigung gegen die Ekliptik, Durchmeſſer, Maſſe und Dichtigkeit) umfaſſend, bietet jetzt in einem überkleinen Raume den Stand der geiſtigen Errungenſchaft des Zeitalters dar. Man verſetze ſich einen Augenblick in das Alterthum zurück; man denke ſich Philolaus den Pythagoreer, Lehrer des Plato, den Ariſtarch von Samos oder Hipparchus im Beſitze eines ſolchen mit Zahlen gefüllten Blattes, oder einer graphiſchen Darſtellung der Planetenbahnen, wie ſie unſere abgekürzteſten Lehrbücher darſtellen: ſo läßt ſich das bewundernde Erſtaunen dieſer Männer, Heroen des früheren, beſchränkten Wiſſens, nur mit dem vergleichen, welches ſich des Eratoſthenes, des Strabo, des Claudius Ptolemäus bemächtigen würde, wenn dieſen eine unſerer Weltkarten (Mercator's Projection) von wenigen Zollen Höhe und Breite vorgelegt werden könnte.

Die Wiederkehr der Cometen in geschlossenen elliptischen Bahnen ezeichnet als Folge der Anziehungskraft des Centralkörpers die Grenze es Sonnengebiets. Da man aber ungewiß bleibt, ob nicht einst och Cometen erscheinen werden, deren große Axe länger gefunden ird als die der schon erschienenen und berechneten Cometen; so geben ese in ihrem Aphel nur die Grenze, bis zu welcher das Sonnenebiet zum wenigsten reicht. Das Sonnengebiet wird demnach arakterisirt durch die sichtbaren und meßbaren Folgen eigener einirkender Centralkräfte, durch die Weltkörper (Planeten und Coeten), welche in geschlossenen Bahnen um die Sonne kreisen und urch enge Bande an sie gefesselt bleiben. Die Anziehung, welche die onne jenseits dieser wiederkehrenden Weltkörper auf andere Sonnen Fixsterne) in weiteren Räumen ausübt, gehört nicht in die Betrachngen, die uns hier beschäftigen.

Das Sonnengebiet umfaßt nach dem Zustand unserer Kenntisse am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts, und wenn an die Planeten nach Abständen von dem Centralkörper ordnet:

22 **Hauptplaneten** (Merkur, Venus, Erde, Mars; Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Irene, Aströa, Egeria, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun);

21 **Trabanten** (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des Saturn, 6 des Uranus, 2 des Neptun);

197 **Cometen**, deren Bahn berechnet ist; darunter 6 innere: d. h. solche, deren Aphel von der äußersten Planetenbahn, der des Neptun, umschlossen ist; sodann mit vieler Wahrscheinlichkeit:

den **Ring des Thierkreislichtes**, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn liegend; und nach der Meinung vieler Beobachter:

die **Schwärme der Meteor-Asteroiden**, welche die Erdbahn vorzugsweise in gewissen Punkten schneiden.

Bei der Aufzählung der 22 Hauptplaneten, von welchen nur 6 bis am 13 März 1781 bekannt waren, sind die 14 Kleinen Planeen (bisweilen auch Coplaneten und Asteroiden genannt, und n unter einander verschlungenen Bahnen zwischen Mars und Jupiter egend) durch weiteren Druck von den 8 größeren Planeten unterschieden worden.

In der neueren Geschichte planetarischer Entdeckungen sind Hauptepochen gewesen: das Auffinden des Uranus, als des ersten Planeten jenseits der Saturnsbahn, von William Herschel zu Bath am 3 März 1781 erkannt durch Scheibenform und Bewegung; das Auffinden der Ceres, des ersten der Kleinen Planeten, am 1 Januar 1801 durch Piazzi zu Palermo; die Erkennung des ersten inneren Cometen durch Encke zu Gotha im August 1819; und die Ver-

kündigung der Existenz des Neptun vermittelst planetarischer Störungs-Berechnungen durch le Verrier zu Paris im August 1846, wie die Entdeckung des Neptun durch Galle zu Berlin am 23 September 1846. Jede dieser wichtigen Entdeckungen hat nicht bloß die unmittelbare Erweiterung und Bereicherung unseres Sonnensystems zur Folge gehabt, sie hat auch zu zahlreichen ähnlichen Entdeckungen veranlaßt: zur Kenntniß von 5 anderen inneren Cometen (durch Biela, Faye, de Vico, Brorsen und d'Arrest zwischen 1826 und 1851); wie von 13 Kleinen Planeten: unter denen von 1801 bis 1807 drei (Pallas, Juno und Vesta) und, nach einer Unterbrechung von vollen 38 Jahren, seit Hencke's glücklicher und auch beabsichtigter Entdeckung der Asträa am 8 December 1845, in schneller Folge durch Hencke, Hind, Graham und de Gasparis von 1845 bis Mitte 1851 neun aufgefunden worden sind. Die Aufmerksamkeit auf die Cometenwelt ist so gestiegen, daß in den letzten 11 Jahren die Bahnen von 33 neu entdeckten Cometen berechnet wurden: also nahe eben so viel als in den 40 vorhergehenden Jahren dieses Jahrhunderts.

I.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus[3] die Sonne nennt, ist das allbelebende, pulsirende Herz des Universums nach Theon dem Smyrnäer[4]; sie ist der Urquell des Lichtes und der strahlenden Wärme, der Erreger vieler irdischen electro-magnetischen Processe: ja des größeren Theils der organischen Lebensthätigkeit, besonders der vegetabilischen, auf unserem Planeten. Die Sonne bringt, wenn man ihre Kraftäußerungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Veränderungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Massen-Attraction, wie in der Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen: deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung und Unterhaltung der electro-magnetischen Thätigkeit der Erdrinde und der des Sauerstoff-Gehaltes der Atmosphäre: bald still und sanft chemische Ziehkräfte erzeugend, und das organische Leben mannigfach in der Endosmose der Zellen-Wandung, in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfaser bestimmend; bald Lichtprocesse im Luftkreise (farbig flammendes Polarlicht, Donnerwetter, Orkane und Meersäulen) hervorrufend.

Haben wir hier versucht die solaren Einflüsse, in so fern sie sich nicht auf die Achsenstellung und Bahn unseres Weltkörpers beziehen, in Ein Gemälde zusammenzudrängen; so ist es, um durch Darstellung des Zusammenhanges größer und auf den ersten Blick heterogen scheinender Phänomene recht überzeugend zur Anschauung

das Einzelnste in einer sehr bestimmten, von ihm festgesetzten Nomenclatur behandelt, in zwei Jahrgängen der Philosophical Transactions, von 1795 und 1801. Wie gewöhnlich, geht der große Mann auch hier wieder seinen eigenen Weg; er nennt bloß einmal Alexander Wilson. Das Allgemeine der Ansicht ist identisch mit der von Bode, seine Construction der Sichtbarkeit und Dimensionen des Kernes und der Penumbra (Philos. Transact 1801 p. 270 und 318. Tab. XVIII. fig. 2) gründet sich auf die Annahme einer Oeffnung in zwei Umhüllungen; aber zwischen der Dunsthülle und dem dunklen Sonnenkörper setzt er noch (p. 302) eine helle Luft-Atmosphäre (clear and transparent), in welcher die dunklen oder wenigstens nur durch Reflex schwach erleuchteten Wolken etwa 70 bis 80 geogr. Meilen hoch hangen. Eigentlich scheint William Herschel geneigt auch die Photosphäre nur als eine Schicht unzusammenhangender phosphorischer Wolken von sehr rauher (ungleicher) Oberfläche zu betrachten. Ein elastisches Fluidum unbekannter Natur scheint ihm aus der Rinde oder von der Oberfläche des dunklen Sonnenkörpers aufzusteigen und in den höchsten Regionen bei einer schwachen Wirkung nur kleine Lichtporen, bei heftiger, stürmischer Wirkung große Oeffnungen und mit ihnen Kernflecken, die von Höfen (shadows) umgeben sind, zu erzeugen.

Die selten runden, fast immer eingerissen eckigen, durch einspringende Winkel charakterisirten, schwarzen Kernflecken sind oft von Höfen umgeben, welche dieselbe Figur in vergrößertem Maaßstabe wiederholen. Es ist kein Uebergang der Farbe des Kernfleckens in den Hof; oder des Hofes, welcher bisweilen fasrig ist, in die Photosphäre bemerkbar. Capocci und ein sehr fleißiger Beobachter, Pastorff (zu Buchholz in der Mark), haben die eckigen Formen der Kerne sehr genau abgebildet (Schum. astr. Nachr. No. 115 S. 316. No. 133 S. 291 und No. 144 S. 471). William Herschel und Schwabe sahen die Kernflecken durch glänzende Lichtadern, ja wie durch Lichtbrücken (luminous bridges) getheilt; Phänomene wolkenartiger Natur aus der zweiten, die Höfe erzeugenden Schicht. Solche sonderbaren Gestaltungen, wahrscheinlich Folgen aufsteigender Ströme; die tumultuarischen Entstehungen von Flecken, Sonnenfackeln, Furchen und hervorragenden Streifen (Kämmen von Lichtwellen) deuten nach dem Astronomen von Slough auf starke Licht-Entbindung; dagegen deutet nach ihm „Abwesenheit von Sonnenflecken und der sie begleitenden Erscheinungen auf Schwäche der Combustion, und daher minder wohlthätige Wirkung auf die Temperatur unseres Planeten und das Gedeihen der Vegetation." Durch diese Ahndungen wurde William Herschel zu dem Versuche geleitet, die Abwesenheit von Sonnenflecken in den Jahren 1676—1684 (nach Flamsteed), von 1686 bis 1688 (nach Dominicus Cassini), von 1695—1700, von 1795—1800

nit den Kornpreisen und den Klagen über schlechte Erndten zu ver-
leichen.[14] Leider! wird es aber immer an der Kenntniß numerischer
Elemente fehlen, auf welche sich auch nur eine muthmaßliche Lösung
ines solchen Problems gründen könnte: nicht etwa bloß, wie der
mmer so umsichtige Astronom selbst bemerkt, weil die Kornpreise in
inem Theile von Europa nicht den Maaßstab für den Vegetations-
Zustand des ganzen Continents abgeben können; sondern vorzüglich
eil aus der Verminderung der mittleren Jahres-Temperatur, sollte
ie auch ganz Europa umfassen, sich keineswegs auf eine geringere
Quantität Wärme schließen läßt, welche in demselben Jahre der Erd-
örper von der Sonne empfangen hat. Aus Dove's Untersuchungen
ber die nicht periodischen Temperatur-Aenderungen ergiebt sich, daß
Vitterungs-Gegensätze stets seitlich (zwischen fast gleichen
Breitenkreisen) neben einander liegen. Unser Continent und der ge-
näßigte Theil von Nordamerika bilden in der Regel solch einen
Gegensatz. Wenn wir hier strenge Winter erleiden, so sind sie dort
ilde, und umgekehrt: — Compensationen in der räumlichen Wärme-
Vertheilung, welche da, wo nahe oceanische Verbindungen statt finden,
egen des unbestreitbaren Einflusses der mittleren Quantität der
Sommerwärme auf den Vegetations-Cyclus und demnach auf das
Gedeihen der Cerealien, von den wohlthätigsten Folgen für die Mensch-
eit sind.

Wie William Herschel der Thätigkeit des Centralkörpers: dem
Processe, dessen Folgen die Sonnenflecken sind, eine Zunahme der
Wärme auf dem Erdkörper zuschrieb; so hatte fast drittehalb Jahr-
underte früher Batista Baliani in einem Briefe an Galilei die
Sonnenflecken als erkältende Potenzen geschildert.[15] Diesem Resultate
ürde sich auch nähern der Versuch, welchen der fleißige Astronom
Bautier[16] in Genf gemacht hatte, vier Perioden von vielen und
enigen Flecken auf der Sonnenscheibe (von 1827—1843) mit den
nittleren Temperaturen zu vergleichen, welche 33 europäische und
9 amerikanische Stationen ähnlicher Breiten darboten. Es offen-
aren in dieser Vergleichung sich wieder, durch positive und negative
Unterschiede ausgedrückt, die Gegensätze der einander gegenüber-
tehenden atlantischen Küsten. Die Endresultate geben aber für die
rkältende Kraft, die hier den Sonnenflecken zugeschrieben wird, kaum
0,42 Cent.: welche selbst für die bezeichneten Localitäten den Fehlern
er Beobachtung und der Windrichtungen eben so gut als den Sonnen-
lecken zuzuschreiben sein können.

Es bleibt uns übrig noch von einer dritten Umhüllung der
Sonne zu reden, deren wir schon oben erwähnt. Sie ist die äußerste
on allen, bedeckt die Photosphäre (die selbstleuchtende Lichthülle), und
st wolkig und unvollkommen durchscheinend. Merkwürdige Phäno-
mene: röthliche, berg- oder flammenartige Gestalten, welche während

der totalen Sonnenfinsterniß vom 8 Juli 1842: wenn auch nicht zum ersten Male, doch viel deutlicher, und gleichzeitig von mehreren der geübtesten Beobachter gesehen wurden, haben zu der Annahme einer solchen dritten Hülle geführt. Arago hat mit großem Scharfsinn, nach gründlicher Prüfung der einzelnen Beobachtungen, in einer eigenen Abhandlung [17] die Motive aufgezählt, welche diese Annahme nothwendig machen. Er hat gleichzeitig erwiesen, daß seit 1706 in totalen oder ringförmigen Sonnenfinsternissen bereits 8mal ähnliche rothe randartige Hervorragungen beschrieben worden sind. [18] Am 8 Juli 1842 sah man, als die scheinbar größere Mondscheibe die Sonne ganz bedeckte, nicht bloß einen weißlichen [19] Schein als Krone oder leuchtenden Kranz die Mondscheibe umgeben; man sah auch, wie auf ihrem Rande wurzelnd, zwei oder drei Erhöhungen: welche einige der Beobachter mit röthlichen, zackigen Bergen, andere mit gerötheten Eismassen; noch andere mit unbeweglichen, gezahnten, rothen Flammen verglichen. Arago, Laugier und Mauvais in Perpignan, Petit in Montpellier, Airy auf der Superga, Schumacher in Wien und viele andere Astronomen stimmten in den Hauptzügen der Endresultate, trotz der großen Verschiedenheit der angewandten Fernröhre, vollkommen mit einander überein. Die Erhöhungen erschienen nicht immer gleichzeitig; an einigen Orten wurden sie sogar mit dem unbewaffneten Auge erkannt. Die Schätzung der Höhenwinkel fiel allerdings verschieden aus; die sicherste ist wohl die von Petit, dem Director der Sternwarte zu Toulouse. Sie war 1′ 45″; und würde, wenn die Erhabenheiten wirkliche Sonnenberge wären, Höhen von 10000 geogr. Meilen geben: das ist fast siebenmal der Durchmesser der Erde, während dieser nur 112mal im Durchmesser der Sonne enthalten ist. Die Gesammtheit der discutirten Erscheinungen hat zu der sehr wahrscheinlichen Hypothese geführt: daß jene rothen Gestalten Aufwallungen in der dritten Hülle sind; Wolkenmassen, welche die Photosphäre erleuchtet [20] und färbt. Arago, indem er diese Hypothese aufstellt, äußert zugleich die Vermuthung, daß das tiefe Dunkel des blauen Himmels: welches ich selbst auf den höchsten Cordilleren mit den, freilich noch bis jetzt so unvollkommenen Instrumenten gemessen, bequem Gelegenheit darbieten könne, jene bergartigen Wolken des äußersten Dunstkreises der Sonne häufig zu beobachten. [21]

Wenn man die Zone betrachtet, in welcher die Sonnenflecken am gewöhnlichsten gefunden werden (es beschreiben dieselben bloß am 8 Juni und 9 December gerade, und dazu unter sich und dem Sonnen-Aequator parallele, nicht concav oder convex gekrümmte Linien auf der Sonnenscheibe); so ist es gleich charakteristisch, daß sie selten in der Aequatorial-Gegend von 3° nördlicher bis 3° südlicher Breite gesehen werden, ja in der Polargegend gänzlich fehlen. Sie sind im ganzen am häufigsten zwischen 11° und 15° nördlich vom Aequator,

ıd überhaupt in der nördlichen Hemisphäre häufiger oder, wie Sömering will, dort ferner vom Aequator zu sehen als in der südlichen emisphäre (outlines § 393, Capreise p. 433). Schon Galilei stimmte als äußerste Grenzen nördlicher und südlicher heliocentrischer reite 29°. Sir John Herschel erweitert diese Grenzen bis 35°; eben Schwabe (Schum. astr. Nachr. No. 473). Einzelne Flecken hat ıugier (Comptes rendus T. XV. p. 944) bis 41°, Schwabe s 50° aufgefunden. Zu den größten Seltenheiten gehört ein Flecken, elchen la Hire unter 70° nördl. Breite beschreibt.

Die eben entwickelte Vertheilung der Flecken auf der Sonnenıeibe, ihre Seltenheit unter dem Aequator selbst und in der ılargegend, ihre Reihung parallel dem Aequator haben Sir John rschel zu der Vermuthung veranlaßt: daß Hindernisse, welche die itte, dunstförmige, äußerste Umhüllung an einigen Punkten der ıtweichung der Wärme entgegensetzen kann, Strömungen in der onnen-Atmosphäre von den Polen zum Aequator erzeugen: denen nlich, welche auf der Erde, wegen der Geschwindigkeits-Verschiedenit unter jedem der Parallelkreise, die Ursach der Passatwinde und r Windstillen nahe am Aequator sind. Einzelne Flecken zeigen h so permanent, daß sie, wie der große von 1779, sechs volle onate lang immer wiederkehren. Schwabe hat dieselbe Gruppe 1840 htmal verfolgen können. Ein schwarzer Kernflecken, welcher in der, n mir so viel benutzten Capreise von Sir John Herschel abgeldet ist, wurde durch genaue Messung so groß gefunden, daß, wenn nser ganzer Erdball durch die Oeffnung der Photosphäre wäre gerfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als 30 geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf ufmerksam, daß es an der Sonne gewisse Meridian-Streifen giebt, denen er viele Jahre lang nie einen Sonnenflecken hat entstehen hen (Thilo de Solis maculis a Soemmeringio observatis 1828 p. 22). Die so verschiedenen Angaben der Umlaufszeit r Sonne sind keineswegs der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuschreiben; sie rühren von der Eigenschaft einiger Flecken her, selbst ren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat diesem Gegenand eine specielle Untersuchung gewidmet und Flecken beobachtet, elche einzeln Rotationen von 24ᵀ,28 und 26ᵀ,46 geben würden. nsere Kenntniß von der wirklichen Rotationszeit der Sonne kann ıher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beobachteten lecken gelten, welche durch Permanenz der Gestaltung und durch nveränderlichkeit des Abstandes von anderen, gleichzeitigen Flecken icherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Absicht die Sonnenscheibe durchspäht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar erden, als man gewöhnlich glaubt; so findet man doch bei sorg-

fältiger Prüfung zwischen den Anfängen des 9ten
hunderts kaum zwei bis drei Erscheinungen aufge
Vertrauen schenken kann. Ich rechne dahin: a
Astronomen aus dem Benedictiner-Orden, spät
geschriebenen Annalen der fränkischen Könige, d
tägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnen
den 91 Tage dauernden Durchgang der Venus d
dem Chalifen Al-Motaßem im Jahr 840; die Si
1096 nach Staindelii Chronicon. Die
haften geschichtlichen Verdunkelungen der Sonne
genauer ausdrücken sollte, von mehr oder we
Verminderung der Tageshelle, haben mich seit
logische oder vielleicht kosmische Erscheinungen,
suchungen [22] veranlaßt. Da große Züge von S
beobachtete dergleichen am 20 Juli 1643, wel
der Scheibe bedeckten) immer von vielen Son
sind, so bin ich wenig geneigt jene Verdunkelu
Theil Sterne, wie in totalen Sonnenfinsterniß
den Kernflecken zuzuschreiben.

Die Abnahmen des Tageslichts, von we
Kunde geben, können, glaube ich, schon ihrer
wegen (nach du Séjour's Berechnung ist die lä
einer totalen Verfinsterung der Sonne für d
für die Breite von Paris nur 6′ 10″), möglich
verschiedenen Ursachen gegründet sein: 1) in dem
Licht-Entbindung, gleichsam in einer minderen
sphäre; 2) in Hindernissen (größerer und dich
welche die äußerste, opake Dunsthülle: die, w
umgiebt, der Licht- und Wärmestrahlung der
3) in der Verunreinigung unserer Atmosphäre:
den, meist organischen, Passatstaub; durch
mehrtägigen, von Macgowan beschriebenen, chin
Die zweite und dritte der genannten Ursachen e
chung des, vielleicht electro-magnetischen Lichtpr
lichen Polarlichtes [23] in der Sonnen-Atmosphä
schließt aber das Sichtbar-Werden von Sternen
dem so oft bei jenen räthselhaften, nicht umstä
benen Verfinsterungen die Rede ist.

Aber nicht bloß die Existenz der dritten und
der Sonne, sondern die Vermuthungen über die
stitution des Centralkörpers unseres Planetensyst
durch Arago's Entdeckung der chromatisch
„Ein Lichtstrahl, der viele Millionen Meilen
Himmelsräumen zu unserem Auge gelangt,

p gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob
einem festen, von einem tropfbar-flüssigen oder von einem gas
nigen Körper emanirt: er verkündigt sogar den Grad seiner Inten
t." (Kosmos Bd. I. S. 22, Bd. II. S. 229.) Es ist wesentlich
unterscheiden zwischen dem natürlichen Lichte: wie es unmittelbar
ect) der Sonne, den Fixsternen oder Gasflammen entströmt und
h Reflexion von einer Glasplatte unter einem Winkel von 35° 25'
risirt wird; und zwischen dem polarisirten Lichte, das als solches
isse Substanzen (glühende, sowohl feste als tropfbar flüssige
per) von selbst ausstrahlen. Das polarisirte Licht, welches die
genannten Classen von Körpern geben, kommt sehr wahrscheinlich
ihrem Innern. Indem es aus einem dichteren Körper in die
nen umgebenden Luftschichten tritt, wird es an der Oberfläche
ochen; und bei diesem Vorgange kehrt ein Theil des gebrochenen
ahls nach dem Inneren zurück und wird durch Reflexion pola-
rtes Licht, während der andere Theil die Eigenschaften des durch
raction polarisirten Lichtes darbietet. Das chromatische
arisсop unterscheidet beide durch die entgegengesetzte Stellung
farbigen Complementar-Bilder. Mittelst sorgfältiger Versuche, die
das Jahr 1820 hinausreichen, hat Arago erwiesen, daß ein
ender fester Körper (z. B. eine rothglühende eiserne Kugel) oder
leuchtendes geschmolzenes, fließendes Metall in Strahlen, die in
pendicularer Richtung ausströmen, bloß natürliches Licht geben:
prend die Lichtstrahlen, welche unter sehr kleinen Winkeln von den
ndern zu unserem Auge gelangen, polarisirt sind. Wurde nun
elbe optische Werkzeug, durch welches man beide Lichtarten scharf
einander unterscheidet, das Polariscop, auf Gasflammen ange-
det; so war keine Polarisation zu entdecken, sollten auch die Licht-
plen unter noch so kleinen Winkeln emaniren. Wenn gleich selbst
en gasförmigen Körpern das Licht im Inneren erzeugt wird: so
nt doch bei der so geringen Dichtigkeit der Gas-Schichten weder
längere Weg die sehr obliquen Lichtstrahlen an Zahl und Stärke
chwächen; noch der Austritt an der Oberfläche, der Uebergang
n anderes Medium, Polarisation durch Refraction zu erzeugen.
nun die Sonne ebenfalls keine Spur von Polarisation zeigt,
man das Licht, welches in sehr obliquer Richtung unter be-
nd kleinen Winkeln von den Rändern ausströmt, im Polariscop
ucht; so folgt aus dieser wichtigen Vergleichung, daß das, was
Sonne leuchtet, nicht aus dem festen Sonnenkörper, nicht aus
tropfbar-flüssigem, sondern aus einer gasförmigen selbst-
den Umhüllung kommt. Wir haben hier eine materielle phy-
nalyse der Photosphäre.
ffelbe *Instrument* hat aber auch zu dem Schlusse geführt, daß
fität des Lichtes in dem Centrum der Sonnenscheibe nicht

andere Längen der Transversal-Schwingungen des Aethers unterscheiden; oder, mit den Lichtstrahlen identisch, nur in einer gewissen Geschwindigkeit von Schwingungen, welche sehr hohe Temperaturen erzeugt, in unseren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: so kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unserem Planeten: besonders in dessen gasartiger Umhüllung, im Luftkreise, magnetische Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electrischer Erscheinungen in krystallisirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Oersted's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchströmte Leiter während der Dauer des electrischen Stromes bestimmte Einwirkung auf die Magnetnadel hat; offenbarten factisch den Verkehr zwischen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee solcher Verwandtschaft gestützt, stellte der geistreiche Ampère, der allen Magnetismus electrischen Strömungen zuschrieb, welche in einer senkrecht auf die Achsen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypothese auf: daß der Erd-Magnetismus (die magnetische Ladung des Erdkörpers) durch electrische Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Ost nach West umfließen; ja daß die stündlichen Variationen der magnetischen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenstand wechselnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, sei. Die thermomagnetischen Versuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in den Verbindungsstellen eines Kreises (von Wismuth und Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung der Magnetnadel verursachen, bestätigten Ampère's Ansichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's, deren nähere Erörterung fast mit dem Druck dieser Blätter zusammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über diesen wichtigen Gegenstand. Während frühere Arbeiten dieses großen Physikers lehrten, daß alle Gas-Arten diamagnetisch: d. h. sich ost-westlich stellend, wie Bismuth und Phosphor, seien, das Sauerstoffgas aber am schwächsten; wurde durch seine letzte Arbeit, deren Anfang bis 1847 hinaufreicht, erwiesen: daß Sauerstoffgas allein unter allen Gas-Arten sich wie Eisen, d. h. in nord-südlicher Achsenstellung, verhalte; ja daß das Sauerstoffgas durch Verdünnung und Erhöhung der Temperatur von seiner paramagnetischen Kraft verliere. Da die diamagnetische Thätigkeit der anderen Bestandtheile der Atmosphäre, des Stickgases und der Kohlensäure, weder durch ihre Ausdehnung noch durch Temperatur-Erhöhung modificirt wird; so ist nur die Hülle von Sauerstoff in Betrachtung zu ziehen, welche den ganzen Erdball „gleichsam wie eine große Kuppel von dünnem Eisenblech umgiebt und von ihm Magnetismus empfängt". *Die Hälfte* der Kuppel, welche der Sonne zugekehrt ist, wird weniger *paramagnetisch* sein als die entgegengesetzte, und da diese Hälften durch *Rotation* und Revolution um die Sonne sich immerfort in ihren

n räumlich verändern, so ist Faraday geneigt aus diesen ther-
Verhältnissen einen Theil der Variationen des tellurischen
tismus auf der Oberfläche herzuleiten. Die durch Experimente
dete Assimilation einer einzigen Gas-Art, des Sauerstoffs,
m Eisen ist eine wichtige Entdeckung [30] unserer Zeit; sie ist um
htiger, als der Sauerstoff wahrscheinlich fast die Hälfte aller
ablen Stoffe in den uns zugänglichen Theilen der Erde bildet.
die Annahme magnetischer Pole in dem Sonnenkörper oder
magnetischer Kräfte in den Sonnenstrahlen kann der Central-
als ein mächtiger Wärmequell magnetische Thätigkeit auf
n Planeten erregen.
ie Versuche, welche man gemacht hat, durch vieljährige, an
lnen Orten angestellte, meteorologische Beobachtungen zu
n, daß eine Seite der Sonne (z. B. die, welche am 1 Januar
der Erde zugewandt war) eine stärker wärmende Kraft als die
engesetzte besitze [31]; haben eben so wenig zu sichern Resultaten
t als die sogenannten Beweise der Abnahme des Sonnen-
messers, geschlossen aus den älteren Greenwicher Beobachtungen
Maskelyne. Fester begründet aber scheint die vom Hofrath
abe in Dessau auf bestimmte Zahlenverhältnisse reducirte Perio-
der Sonnenflecken. Keiner der jetzt lebenden Astronomen, die
rtrefflichen Instrumenten ausgerüstet sind, hat diesem Gegen-
eine so anhaltende Aufmerksamkeit widmen können. Während
ngen Zeitraums von 24 Jahren hat Schwabe oft über 300
im Jahre die Sonnenscheibe durchforscht. Da seine Beobach-
t der Sonnenflecken von 1844 bis 1850 noch nicht veröffent-
aren, so habe ich von seiner Freundschaft erlangt, daß er mir
en mitgetheilt: und zugleich auf eine Zahl von Fragen geant-
hat, die ich ihm vorgelegt. Ich schließe den Abschnitt von
hysischen Constitution unseres Centralkörpers mit
womit jener Beobachter den astronomischen Theil meines Buches
reichern wollen.
Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Zahlen lassen
keinen Zweifel übrig, daß wenigstens vom Jahre 1826 bis
eine Periode der Sonnenflecken von ohngefähr 10 Jahren
Art stattgefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828,
und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 ge-
ist. Ich habe keine Gelegenheit gehabt (sagt Schwabe) ältere
chtungen in einer fortlaufenden Reihe kennen zu lernen, stimme
gern der Meinung bei, daß diese Periode selbst wieder verände-
in könne." [32]

Jahr	Gruppen	fleckenfreie Tage	Beobachtungs-Tage
1826	118	22	277
1827	161	2	273
1828	225	0	282
1829	199	0	244
1830	190	1	217
1831	149	3	239
1832	84	49	270
1833	33	139	267
1834	51	120	273
1835	173	18	244
1836	272	0	200
1837	333	0	168
1838	282	0	202
1839	162	0	205
1840	152	3	263
1841	102	15	283
1842	68	64	307
1843	34	149	312
1844	52	111	321
1845	114	29	332
1846	157	1	314
1847	257	0	276
1848	330	0	278
1849	238	0	285
1850	186	2	308

„Große, mit unbewaffnetem Auge sichtbare Sonnenflecken beobachtete ich fast in allen den Jahren, in welchen das Minimum nicht statt fand; die größten erschienen 1828, 1829, 1831, 1836, 1837, 1838, 1839, 1847, 1848. Große Sonnenflecken nenne ich aber diejenigen, welche einen Durchmesser von mehr als 50" haben. Diese fangen dann erst an dem unbewaffneten, scharfsichtigen Auge sichtbar zu werden."

„Unbezweifelt stehen die Sonnenflecken in genauer Beziehung zu der Fackelbildung; ich sehe häufig sowohl nach dem Verschwinden der Flecken an demselben Orte Fackeln oder Narben entstehen, als auch in den Fackeln neue Sonnenflecken sich entwickeln. Jeder Flecken ist mit mehr oder weniger starkem Lichtgewölk umgeben. Ich glaube nicht, daß die Sonnenflecken irgend einen Einfluß auf die

Temperatur des Jahres haben. Ich notire täglich dreimal den Barometer- und Thermometerstand; die hieraus jährlich gezogenen Mittelzahlen lassen bisher keinen bemerkbaren Zusammenhang ahnden zwischen Klima und Zahl der Flecken. Wenn sich aber auch in einzelnen Fällen scheinbar ein solcher Zusammenhang zeigte, so würde derselbe doch nur dann erst von Wichtigkeit werden, wenn die Resultate aus vielen anderen Theilen der Erde damit übereinstimmten. Sollten die Sonnenflecken irgend einen geringen Einfluß auf unsere Atmosphäre haben, so würde meine Tabelle vielleicht eher darauf hindeuten, daß die fleckenreichen Jahre weniger heitere Tage zählten als die fleckenarmen. (Schumacher's astron. Nachr. No. 638 S. 221.)"

„William Herschel nannte die helleren Lichtstreifen, welche sich nur gegen den Sonnenrand hin zeigen, Fackeln; Narben aber die aderartigen Stellen, welche bloß gegen die Mitte der Sonnenscheibe hin sichtbar werden (astr. Nachr. No. 350 S. 243). Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß Fackeln und Narben aus demselben geballten Lichtgewölk herrühren: welches am Sonnenrande lichtvoller hervortritt; in der Mitte der Sonnenscheibe aber, weniger hell als die Oberfläche, in der Form von Narben erscheint. Ich ziehe vor, alle helleren Stellen auf der Sonne Lichtgewölk zu nennen, und dasselbe nach seiner Gestaltung in geballtes und aderförmiges einzutheilen. Dieses Lichtgewölk ist auf der Sonne unregelmäßig vertheilt, und giebt bisweilen der Scheibe bei seinem stärkeren Hervortreten ein marmorirtes Ansehen. Dasselbe ist oft am ganzen Sonnenrande, ja zuweilen bis zu den Polen, deutlich sichtbar; jedoch immer am kräftigsten in den eigentlichen beiden Fleckenzonen: selbst in Epochen, wo diese keine Flecken haben. Alsdann erinnern beide helle Fleckenzonen der Sonne lebhaft an die Streifen des Jupiter."

„Furchen sind die zwischen dem aderförmigen Lichtgewölk befindlichen matteren Stellen der allgemeinen Sonnen-Oberfläche: welche stets ein chagrin-artiges, griessandiges Ansehen hat; d. h. an Sand erinnert, der aus gleich großen Körnern besteht. Auf dieser chagrinartigen Oberfläche sieht man zuweilen außerordentlich kleine mattgraue (nicht schwarze) Punkte (Poren), die wiederum mit äußerst feinen dunklen Aederchen durchzogen sind (astr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn sie in Massen vorhanden sind, graue, nebelartige Stellen: ja die Höfe der Sonnenflecken. In diesen sieht man Poren und schwarze Punkte meist strahlenförmig sich vom Kern aus zum Umfange des Hofes verbreiten: woraus die so oft ganz übereinstimmende Gestalt des Hofes mit der des Kernes entsteht."

Die Bedeutung und der Zusammenhang so wechselnder Erscheinungen werden sich dann erst dem forschenden Physiker in ihrer ganzen

Wichtigkeit darbieten, wenn einst unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechanischer Uhrbewegung und photographischer Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darstellungen[33] der Sonnenflecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers vorgehenden meteorologischen Processe bewirken die Erscheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrscheinlich sind auch dort, wie in der Meteorologie unseres Planeten, die Störungen von so mannigfaltiger und verwickelter Art, in so allgemeinen und örtlichen Ursachen gegründet, daß nur durch eine lange und nach Vollständigkeit strebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöst werden kann.

Anmerkungen.

1 (S. 247.) Vergl. oben: wo ich nach Uranusweiten, als dem damaligen Maaß der Begrenzung des Planetensystems, rechnete, Kosmos Bd. I. S. 74, 95 und 255 (Anm. 76). Wenn man den Abstand des Neptuns von der Sonne zu 30,04 Erdweiten annimmt, so ist die Entfernung des α Centauri von der Sonne noch 7523 Neptunsweiten, die Parallaxe angenommen zu 0″,9128 (Kosmos Bd. III. S. 181); und doch ist die Entfernung von 61 Cygni schon fast zwei- und ein halbmal, die des Sirius (bei einer Parallaxe von 0″,230) viermal größer als die von α Centauri. (Eine Neptunsweite ist ungefähr 621 Millionen geographischer Meilen, deren nach Hansen 396¼ Millionen auf den Abstand des Uranus von der Sonne gehen; eine Siriusweite beträgt nach Galle, bei Henderson's Parallaxe, 896800 Halbmesser der Erdbahn = 18547000 Millionen geogr. Meilen: eine Entfernung, die einem Lichtwege von 14 Jahren entspricht.) Das Aphel des Cometen von 1680 ist 44 Uranusweiten, also 28 Neptunsweiten, von der Sonne entfernt. Nach diesen Annahmen ist der Sonnen-Abstand des Sternes α Centauri fast 270mal größer als jenes Aphel, welches wir hier als das Minimum der sehr gewagten Schätzung von dem halben Durchmesser des Sonnengebiets betrachten (Kosmos Bd. III. S. 195.) Die Angabe solcher numerischen Verhältnisse gewährt, bei geringer Anschaulichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Annahme eines sehr großen räumlichen Grundmaaßes zu Resultaten führt, die in kleineren Zahlen ausgedrückt werden können.

2 (S. 248.) Ueber das Auflodern neuer Sterne und ihr Verschwinden s. Kosmos Bd. III. S. 143—154.

3 (S. 251.) Ich habe schon früher (Kosmos Bd. II. S. 216 und 321 Anm. 25) die dem somnium Scipionis nachgeahmte Stelle aus dem 10ten Cap. des ersten Buchs de Revolutionibus abdrucken lassen.

4 (S. 251.) „Die Sonne sei das Herz des Universums": aus Theonis Smyrnaei Platonici liber de Astronomia ed. H. Martin 1849 p. 182 und 298: *τῆς ἐμψυχίας μέσον τὸ περὶ τὸν ἥλιον, οἱονεὶ καρδίαν ὄντα τοῦ παντός, ὅθεν φέρουσιν αὐτοῦ καὶ τὴν ψυχὴν ἀρξαμένην διὰ παντὸς ἥκειν τοῦ σώματος τεταμένην ἀπὸ τῶν περάτων.* (Diese neue Ausgabe ist merkwürdig, weil sie peripatetische Meinungen des Adrastus und viele platonische des Dercyllides vervollständigt.)

5 (S. 252.) Hansen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 65 bis 141.

6 (S. 253.) „D'après l'état actuel de nos connaissances astronomiques le Soleil se compose: 1° d'un globe central à peu près obscur; 2° d'une immense couche de nuages qui est suspendue à une certaine distance de ce globe et l'enveloppe de toutes parts; 3° d'une *photosphère*; en d'autres termes d'une sphère resplendissante qui enveloppe la couche nuageuse, comme celle-ci, à son tour, enveloppe le noyau obscur. L'éclipse totale du 8 juillet 1842 nous a mis sur la trace d'une troisième enveloppe, située au-dessus de la *photosphère* et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux. — Ce sont les *nuages* de la troisième enveloppe solaire, situés en apparence, pendant l'éclipse totale, sur le contour de l'astre ou un peu en dehors, qui ont donné lieu à ces singulières proéminences rougeâtres qui en 1842 ont si vivement excité l'attention du monde savant." Arago in dem Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1846 p. 464 und 471. Auch Sir John Herschel in seinen 1849 erschienenen outlines of Astronomy p. 234 § 395 nimmt an: „above the luminous surface of the Sun and the region, in which the sports reside, the existence of a gaseous atmosphere having a somewhat imperfect transparency."

7 (S. 254.) Es kommt zuerst darauf an die Stellen, auf welche ich mich im Texte beziehe und durch eine lehrreiche Schrift von Clemens (Giordano Bruno und Nicolaus von Cusa 1847 S. 101) aufmerksam geworden bin, in der Original-Sprache zu geben. Der Cardinal Nicolaus von Cusa (der Familienname war Khrypffs, d. i. Krebs), gebürtig aus Cues an der Mosel, sagt in dem 12ten Capitel des zweiten Buches von dem zu seiner Zeit so berühmten Tractate de docta Ignorantia (Nicolai de Cusa Opera ed. Basil. 1565 p. 39): „neque color nigredinis est argumentum vilitatis Terrae; nam in Sole si quis esset, non appareret illa claritas quae nobis: considerato enim corpore Solis, tunc habet quandam quasi terram centraliorem, et quandam luciditatem quasi ignilem circumferentialem, et in medio quasi aqueam nubem et aërem clariorem, quemadmodum terra ista sua elementa." Daneben steht: Paradoxa und Hypni; das letzte Wort soll also hier gewiß Träumereien (ἐνύπνια), etwas Gewagtes bezeichnen. — In der langen Schrift: exercitationes ex Sermonibus Cardinalis (Opera p. 579) finde ich wieder in einem Gleichniß: „Sicut in Sole considerari potest natura corporalis, et illa de se non est magnae virtutis (trotz der Massen-Anziehung oder Gravitation!) et non potest virtutem suam aliis corporibus communicare, quia non est radiosa. Et alia natura lucida illi unita, ita quod Sol ex unione utriusque naturae habet virtutem, quae sufficit huic sensibili mundo, ad vitam innovandam in *vegetabilibus* et animalibus, in elementis et mineralibus per suam *influentiam radiosam*. Sic de Christo, qui est sol justitiae ....." Dr. Clemens glaubt, dies alles sei mehr als glückliche Ahndung. Es scheint ihm

„schlechterdings unmöglich, daß ohne eine ziemlich genaue Beobachtung der Sonnenflecken, sowohl der dunklen Stellen in denselben als der Halbschatten, Cusa sich an den angeführten Orten (*considerato corpore Solis*: in Sole considerari potest .....) auf die Erfahrung hätte berufen können." Er vermuthet: „daß der Scharfblick des Philosophen der neuesten Wissenschaft in ihren Ergebnissen vorgegriffen, und daß auf seine Ansichten Entdeckungen eingewirkt haben mögen, die erst Späteren zugeschrieben zu werden pflegen." Es ist allerdings nicht bloß möglich, sondern sogar recht wahrscheinlich, daß in Gegenden, wo die Sonne mehrere Monate verschleiert ist, wie während der garua im Littoral von Peru, selbst ungebildete Völker mit bloßen Augen Sonnenflecken gesehen haben; aber daß sie dieselben beachtet, beim Sonnendienst in ihre religiösen Mythen verflochten hätten: davon hat noch kein Reisender Kunde geben können. Die bloße und so seltene Erscheinung eines Sonnenflecks: mit unbewaffnetem Auge in der niedrig stehenden oder dünn verschleierten: dann weißen, rothen, vielleicht grünlichen Sonnenscheibe gesehen, würde selbst geübte Denker wohl nie auf die Vermuthung mehrerer Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers geführt haben. Wenn der Cardinal Cusa etwas von Sonnenflecken gewußt hätte, würde er gewiß nicht unterlassen haben bei den vielen Vergleichungen physischer und geistiger Dinge, zu denen er nur allzu geneigt ist, der maculae Solis zu erwähnen. Man erinnere sich nur des Aufsehens und bitteren Streites, welche im Anfang des 17ten Jahrhunderts, gleich nach Erfindung des Fernrohrs, die Entdeckungen von Joh. Fabricius und Galilei erregten. An die dunkel ausgedrückten astronomischen Vorstellungen des Cardinals: der 1464, also neun Jahre eher starb, als Copernicus geboren war, habe ich schon früher (Kosmos Bd. II. S. 292 Anm. 33) erinnert. — Die merkwürdige Stelle: jam nobis manifestum est Terram in veritate moveri, steht in lib. II. cap. 12 de docta Ignorantia. Nach Cusa ist in jedem Theile des Himmelsraumes alles bewegt; wir finden keinen Stern, der nicht einen Kreis beschriebe. „Terra non potest esse fixa, sed movetur ut aliae stellae." Die Erde kreist aber nicht um die Sonne, sondern Erde und Sonne kreisen „um die ewig wechselnden Pole des Universums". Cusa ist also kein Copernicaner: wie dies erst das so glücklich von Dr. Clemens im Hospital zu Cues aufgefundene, von des Cardinals eigener Hand 1444 geschriebene Bruchstück erweist.

[8] (S. 254.) Kosmos Bd. II. S. 223—224 und 330—331 Anm. 49—53.

[9] (S. 254.) „*Borbonia Sidera*, id est planetae qui Solis lumina circumvolitant motu proprio et regulari, falso hactenus ab helioscopis Maculae Solis nuncupati, ex novis observationibus Joannis Tarde 1620." — „*Austriaca Sidera* heliocyclica astronomicis hypothesibus illigata opera Caroli Malapertii Belgae Montensis e Societate Jesu 1633." Die letztere Schrift hat wenigstens das Verdienst Beobachtungen von einer Reihe von Sonnenflecken zwischen 1618 und 1626 zu geben. Es sind aber dieselben Jahre, für welche Scheiner zu Rom eigene Beobachtungen in seiner Rosa Ursina veröffentlichte. Der Canonicus Tarde glaubt schon darum an Durchgänge kleiner Planeten, weil das Weltauge, „l'oeil du Monde, ne peut avoir des opti-

thalmies"! Es muß mit Recht Wunder nehmen, daß 20 Jahre nach Tarde und seinen borbonischen Trabanten der um die Beobachtungskunst so verdiente Gascoigne (Kosmos Bd. III. S. 49) noch die Sonnenflecken einer Conjunction vieler um den Sonnenkörper in großer Nähe kreisender, fast durchscheinender, planetarischer Körper zuschrieb. Mehrere derselben, gleichsam über einander gelegt, sollten schwarze Schattenbilder verursachen. (Philos. Transact. Vol. XXVII. 1710—1712 p. 282—290, aus einem Briefe von William Crabtrie vom August 1640.)

10 (S. 254.) Arago sur les moyens d'observer les taches solaires, im Annuaire pour l'an 1842 p. 476—479. (Delambre, Histoire de l'Astronomie du moyen âge, p. 394, wie Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 681.)

11 (S. 254.) Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences par M. le Comte de Cassini 1810 p. 242; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694. Obgleich Cassini schon 1671 und la Hire 1700 den Sonnenkörper für dunkel erklärt hatten, fährt man fort in schätzbaren astronomischen Lehrbüchern die erste Idee dieser Hypothese dem verdienstvollen Lalande zuzuschreiben. Lalande, in der Ausgabe seiner Astronomie von 1792 T. III. § 3240, wie in der ersten von 1764 T. II. § 2515, bleibt bloß der alten Meinung von La Hire getreu, der Meinung: que les taches sont les éminences de la masse solide et opaque du Soleil, recouverte communément (en entier) par le fluide igné. Zwischen 1769 und 1774 hat Alexander Wilson die erste richtige Ansicht einer trichterförmigen Oeffnung in der Photosphäre gehabt.

12 (S. 255.) Alexander Wilson, observ. on the Solar Spots in den Philos. Transact. Vol. LXIV. 1774 Part. 1. p. 6—13, Tab. 1. „I found that the Umbra, which before was equally broad all round the nucleus, appeared much contracted *on that part which lay towards the centre of the disc*, whilst the other parts of it remained nearly of the former dimensions. I perceived that the shady zone or umbra, which surrounded the nucleus, might be nothing else but the shelving sides of the luminous matter of the sun." Vergl. auch Arago im Annuaire pour 1842 p. 506.

13 (S. 255.) Bode in den Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft Naturforschender Freunde Bd. II. 1776 S. 237—241 und 249.

14 (S. 257.) William Herschel in den Philosophical Transactions of the Royal Society for 1801 Part 2. p. 310—316.

15 (S. 257.) Ein officielles Zusammenstellen von Korntheurung und vielmonatlicher Verdunkelung der Sonnenscheibe wird in den historischen Fragmenten des älteren Cato erwähnt. Luminis caligo und defectus Solis deutet *bei römischen* Schriftstellern, z. B. in Erzählungen über die lange Verbleichung *der Sonne nach* dem Tode des Cäsar, keineswegs immer auf eine Sonnenfinsterniß. So findet sich bei Aulus Gellius in Noct. Att. II, 28: „Verba

Catonis in Originum quarto haec sunt: non libet scribere, quod in tabula apud Pontificem maximum est, quotiens anona cara, quotiens lunae an solis lumini caligo, aut quid obstiterit."

16 (S. 257.) Gautier, recherches relatives à l'influence que le nombre des taches solaires exerce sur les températures terrestres, in der Bibliothèque Universelle de Genève, nouv. Série T. LI. 1844 p. 327—335.

17 (S. 258.) Arago im Annuaire pour 1846 p. 271—438.

18 (S. 258.) A. a. O. p. 440—447.

19 (S. 258.) Das ist der weißliche Schein, welcher auch in der Sonnenfinsterniß vom 15 Mai 1836 gesehen ward und von welchem schon damals der große Königsberger Astronom sehr richtig sagte: „daß, als die Mondscheibe die Sonne ganz verdeckte, noch ein leuchtender Ring der Sonnen-Atmosphäre übrig blieb". (Bessel in Schumacher's astron. Nachrichten No. 320.)

20 (S. 258.) „Si nous examinions de plus près l'explication d'après laquelle les protubérances rougeâtres seraient assimilées à des nuages (de la troisième enveloppe), nous ne trouverions aucun principe de physique qui nous empêchât d'admettre que des masses nuageuses de 25 à 30000 lieues de long flottent dans l'atmosphère du Soleil, que ces masses, comme certains nuages de l'atmosphère terrestre, ont des contours arrêtés, qu'elles affectent, çà et là, des formes très tourmentées, même des formes en surplomb; que la lumière solaire (la photosphère) les colore en rouge. — Si cette troisième enveloppe existe, elle donnera peut-être la clef de quelques-unes des grandes et déplorables anomalies que l'on remarque dans le cours des saisons." Arago im Annuaire pour 1846 p. 460 und 467.

21 (S. 258.) „Tout ce qui affaiblira sensiblement l'intensité éclairante de la portion de l'atmosphère terrestre qui paraît entourer et toucher le contour circulaire du Soleil, pourra contribuer à rendre les proéminences rougeâtres visibles. Il est donc permis d'espérer qu'un astronome exercé, établi au sommet d'une très hautemontagne, pourrait y observer régulièrement les *nuages de la troisième enveloppe solaire* situés, en apparence, sur le contour de l'astre *ou un peu en dehors:* déterminer ce qu'ils ont de permanent et de variable, noter les périodes de disparition et de réapparition ...." Arago a. a. O. p. 471.

22 (S. 260.) Wenn es auch nicht zu läugnen ist, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenflecken gesehen haben mögen; so scheint es doch gewiß, daß solche vereinzelte Beobachtungen nie griechische und römische Schriftsteller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben der Erscheinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophrast de Signis IV, 1 p. 797, des Aratus Diosemea v. 90—92 und Proclus Paraphr. II, 14, in welchen Ideler, der Sohn (Meteorol. Veterum p. 201 und Commentar zu Aristot. Meteorol. T. I, p. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, besagen bloß: daß die Sonnen-

scheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Verschiedenheit auf ihrer Oberfläche, nichts bezeichnendes (μηδέ τι σῆμα φέρυι, sondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das σῆμα, die schedige Oberfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmosphärischen Dunstkreise (der Scholiast des Aratus sagt: der Dicke der Luft) zugeschrieben; daher ist auch immer von Morgen- und Abendsonne die Rede: weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirklichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig den Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu verachtenden Glauben, über nahe bevorstehende Wetterveränderungen belehren. Die Sonnenscheibe am Horizont giebt Aufschlüsse über den Zustand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luftschichten. — Von den im Text bezeichneten, dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sonnenflecken, welche man in den Jahren 807 und 840 fälschlich für Durchgänge des Merkur und der Venus gehalten hat, ist der erstere aufgeführt in der großen historischen Sammlung von Justus Reuberus, veteres Scriptores (1726), und zwar in der Abtheilung: Annales Regum Francorum Pipini, Karoli Magni et Ludovici a quodam ejus aetatis Astronomo, Ludovici regis domestico, conscripti, p. 58. Für den Verfasser dieser Annalen wurde zuerst ein Benedictiner-Mönch (p. 28), später und mit Recht der berühmte Eginhard (Einhard, Carls des Großen Geheimschreiber) gehalten; s. Annales Einhardi in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Script. T. I. p. 194. Die Stelle heißt: DCCCVII. stella Mercurii XVI kal. April. visa est in Sole qualis parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, *quae a nobis* octo dies conspicata est; sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus." — Den von den arabischen Astronomen erwähnten sogenannten Durchgang der Venus führt Simon Assemanus in der Einleitung zum Globus caelestis Cufico-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXXVIII auf: „Anno Hegyrae 225 regnante Almootasemo Chalifa visa est in Sole prope medium nigra quaedam macula, idque feria tertia die decima nona Mensis Regebi....." Man hielt sie für den Planeten Venus, und glaubte dieselbe macula nigra (also wohl mit Unterbrechungen von 12—13 Tagen?) 91 Tage lang gesehen zu haben. Bald darauf sei Motaßem gestorben. — Von den geschichtlichen (der populären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir gesammelten Thatsachen hier folgende 17 Beispiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäsar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war: weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87, Dio Cass. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlösers. „Von der sechsten Stunde an ward eine Finsterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde" (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein". Eusebius führt zur Erklärung und

Bestätigung eine Sonnenfinsterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenschreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieser Olympiade zugehörige und in ganz Kleinasien sichtbare Sonnenfinsterniß schon am 24 November des Jahres 29 nach Chr. Geb. statt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdischen Passahmahle zusammen (Ideler Bd. I. S. 515—520), am 14 Nisan; und das Passah wurde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinstert worden sein. Der Jesuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuschreiben zu dürfen.

358 am 22 Aug. zweistündige Verfinsterung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerstörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

360: In allen östlichen Provinzen des römischen Reichs (per Eoos tractus) war caligo a primo aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell XX, 3; aber Sterne leuchteten: also wohl weder Aschenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinsterniß, der es der Geschichtsschreiber beimißt. „Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur.“ Die Beschreibung ist ganz die einer wirklichen Sonnenfinsterniß; aber die Dauer und caligo in allen östlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erschien: Verdunkelung so, daß Sterne bei Tage gesehen wurden; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 113.

536: Justinianus I Caesar imperavit annos triginta octo (527—565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse; quod nunquam ab eo recederet.“ Gregorius Abu'l-Faragius, supplementum historiae Dynastiarum, ed. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 sehr ähnlich: für das man wohl einen Namen (Höhenrauch), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567: „Justinus II annos 13 imperavit (565—578). Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum *integrum permansit*; obtexeruntque tenebrae mundum *ab hora diei nona noctem usque*, adeo ut nemo quicquam videret;

deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile." Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erst ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordschein (ein magnetisches Gewitter), dann Finsterniß und fallender Passatstaub?

626, wieder nach Abu'l Faragius (hist. Dynastiarum p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenscheibe verfinstert geblieben.

733: ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19 August auf eine schreckenerregende Weise verdunkelt; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, vet. Script. p. 58: s. oben S. 274.

840 vom 28 Mai bis 26 August (Assemani rechnet auffallenderweise Mai 839) der sogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe; s. oben S. 260 und 274. (Der Chalif Al-Motaßem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Watek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

934: In der schätzbaren Historia de Portugal von Faria y Sousa 1730 p. 147 finde ich: „(En Portugal) se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su resplandor." Dann öffnete sich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenschein.

1091 am 21 September eine Verdunkelung der Sonne, welche 3 Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenscheibe eine eigene Färbung. „Fuit eclipsis Solis 11 Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat." Martin Crusius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279: Schnurrer Th. I. S. 219.

1096 am 3 März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: „Signum in Sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae." Joh. Staindelii, presbyteri Pataviensis, Chronicon generale, in Oefelii rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: „el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que doró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias." — Ein fast ähnliches Phänomen wird für Juni 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenschlacht bei Liegnitz: „obscuratus est sol (in quibusdam locis?), et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora nona." Chronicon Claustro-Neoburgense (von Kloster-Neuburg bei Wien, die Jahre 218 nach Chr. bis 1348 enthaltend) in Pez, Scriptores rerum Austriacarum, Lips. 1721, T. I. p. 488.

547 den 23, 24 und 25 April: also einen Tag vor und einen Tag nach der Schlacht bei Mühlberg, in welcher der Kurfürst Johann Friedrich gefangen wurde. Kepler sagt in Paralipom. ad Vitellium, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 259: „refert Gemma, pater et filius, anno 1547 ante conflictum Caroli V cum Saxoniae Duce Solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse, ut etiam stellae pleraeque in meridie conspicerentur.“ (Eben so Kepler de Stella nova in Serpentario p. 113.) Ueber die Ursach ist er sehr zweifelhaft: „Solis lumen ob causas quasdam sublimes hebetari .... vielleicht habe gewirkt materia cometica latius sparsa. Die Ursach könne nicht in unserer Atmosphäre gelegen haben, da man Sterne am Mittag gesehen.“ Schnurrer (Chronik der Seuchen Th. II. S. 93) will trotz der Sterne, daß es Höhenrauch gewesen sei, weil Kaiser Carl V vor der Schlacht sich beklagte: „semper se nebulae densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit“ (Lambert. Hortens. de bello german. lib. VI. p. 182.)

23 (S. 260.) Schon Horrebow (Clavis Astronomiae, in s. Opeum mathematico-physicorum T. I. Havn. 1740 p. 317) bedient ich desselben Ausdrucks. Das Sonnenlicht ist nach ihm „ein perpetuirlich n Sonnen-Dunstkreise vorgehendes Nordlicht, durch thätige magneische Kräfte hervorgebracht“ (s. Hanow in Joh. Dan. Titius, gemeinützige Abhandlungen über natürliche Dinge 1768 S. 102.)

24 (S. 262.) Arago in den Mémoires des sciences mathém. t phys. de l'Institut de France, Année 1811 Partie 1. p. 118; Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 351 nd 652; Fourier, éloge de William Herschel in den Mém. de 'Institut T. VI. Année 1823 (Par. 1827) p. LXXII. Es ist ebenalls merkwürdig, und beweisend für eine große Gleichartigkeit in der Natur es Lichts, aus dem Centrum und aus dem Rande der Sonnenscheibe emaniend: daß nach einem sinnreichen Versuch von Forbes, während einer Sonnenfinsterniß im Jahre 1836, ein aus alleinigen Randstrahlen gebildetes Spectrum n Hinsicht auf Zahl und Lage der dunkeln Linien oder Streifen, die es urchlaufen, ganz identisch mit dem war, welches aus der Gesammtheit des Sonnenlichts entspringt. Wenn im Sonnenlicht Strahlen von gewisser Brechbarit fehlen, so sind sie also wohl nicht, wie Sir David Brewster vermuthet, in r Sonnen-Atmosphäre selbst verloren gegangen: weil die Strahlen des Randes, ne viel dickere Schicht durchschneidend, dieselben dunkeln Linien hervorbringen. Forbes in den Comptes rendus T. II. 1836 p. 576.) Ich stelle am nde dieser Note alles zusammen, was ich im Jahr 1847 aus Arago's andschriften gesammelt:

„Des phénomènes de la Polarisation colorée donnent la certitude que bord du soleil a la même intensité de lumière que le centre; car en plaçant ans le Polariscope un ségment du bord sur un segment du centre, l'ob*ens (comme effet complémentaire* du rouge et du bleu) un blanc pur.

Dans un corps solide (dans une boule de fer chauffée au rouge) le même angle de vision embrasse une plus grande étendue au bord qu'au centre, selon la proportion du Cosinus de l'angle: mais dans la même proportion aussi le plus grand nombre de points matériels émettent une lumière plus faible *en raison de leurs obliquité*. Le rapport de l'angle est naturellement le même pour une sphère gazeuse; mais l'obliquité ne produisant pas dans les gaz le même effet de diminution que dans les corps solides, le bord de la sphère gazeuse serait plus lumineux que le centre. Ce que nous appelons le disque lumineux du Soleil, est la Photosphère gazeuse, comme je l'ai prouvé par le manque absolu de traces de polarisation sur le bord du disque. Pour expliquer donc *l'egalité d'intensité* du bord et du centre indiquée par le Palariscope, il faut admettre une enveloppe extérieure qui diminue (éteint) moins la lumière qui vient du centre que les rayons qui viennent sur le long trajet du bord à l'oeil. Cette enveloppe extérieure forme la couronne blanchâtre dans les éclipses totales du Soleil. — La lumière qui émane des corps solides et liquides incandescens, est partiellement polarisée quand les rayons observés forment, avec la surface de sortie, un angle d'un petit nombre de degrés; mais il n'y a aucune trace sensible de polarisation lorsqu'on regarde de la même manière dans le Polariscope des gaz enflammés. Cette expérience démontre que la lumière solaire ne sort pas d'une masse solide ou liquide incandescente. La lumière ne s'engrendre pas uniquement à la surface des corps; une portion naît dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine. Ce n'est donc pas la décomposition de l'oxygène ambiant qui donne la lumière. L'émission de lumière polarisée par le fer liquide est un effet de réfraction au passage vers un moyen d'une moindre densité. Partout où il y a réfraction, il y a production d'un peu de lumière polarisée. Les gaz n'en donnent pas, parce que leurs couches n'ont pas assez de densité. — La lune suivie pendant le cours d'une lunaison entière offre des effets de polarisation, excepté à l'époque de la pleine lune et des jours qui en approchent beaucoup. La lumière solaire trouve, surtout dans les premiers et derniers quatiers, à la surface inégale (montagneuse) de notre Satellite des inclinaisons de plans convenables pour produire la polarisation par réflexion."

25 (S. 262.) Sir John Herſchel, Astron. Observ. made at the Cape of Good Hope § 425 p. 434; outlines of Astr. § 395 p. 234; Vergl. Fizeau und Foucault in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVIII. 1844. p. 860. Es iſt merkwürdig genug, daß Giordano Bruno, der 8 Jahre vor Erfindung des Fernrohrs und 11 Jahre vor der Entdeckung der Sonnenflecken den Scheiterhaufen beſtieg, an die Rotation der Sonne um ihre Achſe glaubte. Er hielt dagegen das Centrum der Sonnenſcheibe für lichtſchwächer als die Ränder. Er meinte, optiſch getäuſcht, die Scheibe ſich drehen, die wirbelnden Ränder ſich ausdehnen und zuſammenziehen

zu sehen (Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 367.)

26 (S. 263.) Fizeau und Foucault, recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy, in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 753. — „The most intensely ignited solids (ignited quicklime in Lieutenant Drummond's oxy-hydrogen lamp) appear only *as black spots* on the disc of the Sun when held between it and the eye. Outl. p. 236 (Kosmos Bd. II. S. 223.)

27 (S. 263.) Vergl. Arago's Commentar zu Galilei's Briefen an Marcus Welser, wie dessen optische Erläuterungen über den Einfluß des diffusen reflectirten Sonnenlichts der Luftschichten, welches die im Felde eines Fernrohrs am Himmelsgewölbe gesehenen Gegenstände wie mit einem Lichtschleier bedeckt: im Annuaire du Bureau des Longit. pour 1842 p. 482—487.

28 (S. 263.) Mädler, Astronomie S. 81.

29 (S. 263.) Philosophical Magazine Ser. III. Vol. 28 p. 230 und Poggendorff's Annalen Bd. 68. S. 101.

30 (S. 265.) Faraday über atmosphärischen Magnetismus in den exper. researches on Electricity, Twenty-Fifth and Twenty-Sixth Series (Philos. Transact. for 1851 Part 1.) § 2774, 2780, 2881, 2892—2968; und für das Historische der Untersuchung §. 2847.

31 (S. 265.) Vergl. Nervander aus Helsingfors im Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Académie des Sc. de St.-Pétersbourg T. III. 1845 p. 30—32, und Buys-Ballot aus Utrecht in Poggend. Annalen der Physik Bd. 68 1846 S. 205 bis 213.

32 (S. 265.) Was den handschriftlichen Mittheilungen von Schwabe entnommen ist von S. 402 bis 404, habe ich durch Anführungszeichen unterschieden. Nur die Beobachtungen der Jahre 1826 bis 1843 waren schon in Schumacher's Astronomischen Nachrichten No. 495 (Bd. XXI. 1844) S. 235 veröffentlicht.

33 (S. 268.) Sir John Herschel, Capreise p. 734.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von Weltkörpern sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehen sich diese Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabanten oder Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind: nicht auf die planetarischen Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen schon zehnmal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillation, weil sie von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Scheiben emanirt (Kosmos Bd. III. S. 55). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes, wie in dem rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen den Wendekreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde eine zweimalige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zumal einige merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Venus beweisen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwickelung fähig seien; ist schon an einem anderen Orte[1] erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach ihrem Volum, unter sich oder mit ihren Abständen von der Sonne verglichen; nach ihren relativen Dichtigkeiten, Massen, Rotations-Zeiten, Excentricitäten, Achsen-Neigungen, und charakteristischer Verschiedenheit diesseits und jenseits der Zone der Kleinen Planeten. Bei diesen Gegenständen vergleichender Betrachtung ist es der Natur dieses Werkes angemessen einen besonderen Fleiß auf die Auswahl der numerischen Verhältnisse zu verwenden, welche zu der Epoche, in der diese Blätter erscheinen, für die genauesten, d. h. für die Resultate der neuesten und sichersten Forschungen, gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

1. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den sieben Weltkörpern, welche seit dem höchsten Alterthume durch ihre stets ver-

änderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich nun fünf: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, quinque *stellae* errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden: auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöser[2] Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abgesondert. So kannten nach Diodor (II, 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich: „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen."[3] Eben so werden in der alten pythagorischen Vorstellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Weltheerd, ἑστία) kreisen, „unmittelbar unter dem Fixsternhimmel" die fünf Planeten genannt[4]; ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und die ἀντίχθων (die Gegenerde). Selbst Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten: wie sie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt[5], wie sie der von mir an einem anderen Orte[6] untersuchte Thierkreis des Bianchini (wahrscheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darstellt und sie ägyptische Monumente aus den Zeiten der Cäsaren enthalten, gehört nicht der alten Astronomie, sondern den späteren Epochen an, in welchen die astrologischen Träumereien sich überall verbreitet hatten[7]. Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten gesetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Ansicht des Anaxagoras (Kosmos Bd. II. S. 216 und 322 Anm. 27) ausnimmt, fast nie seiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen sind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius[8] und Martianus Capella[9] anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir untere Planeten nennen, Satelliten der, selbst um die Erde kreisenden Sonne. Ein solches System ist mit eben so wenig Grund ein ägyptisches[10] zu nennen als mit den Ptolemäischen Epicykeln oder der Tychonischen Weltansicht zu verwechseln.

Die Namen, durch welche die sternartigen 5 Planeten bei den alten Völkern bezeichnet wurden, sind zweierlei Art: Götternamen; oder bedeutsame beschreibende, von physischen Eigenschaften hergenommene. Was ursprünglich davon den Chaldäern oder den Aegyptern angehöre, ist nach den Quellen, die bisher haben benutzt werden können, um so schwerer zu entscheiden: als die griechischen Schriftsteller *uns nicht die ursprünglichen*, bei anderen Völkern gebräuchlichen *Namen, sondern nur in* das Griechische übertragene, nach der Indi-

vidualität ihrer Ansichten gemodelte Aequivalente darbieten. Was die Aegypter früher als die Chaldäer besessen, ob diese bloß als begabte Schüler[11] der Ersteren auftreten: berührt die wichtigen, aber dunklen Probleme der ersten Gesittung des Menschengeschlechts, der Anfänge wissenschaftlicher Gedankenentwickelung am Nil oder am Euphrat. Man kennt die ägyptischen Benennungen der 36 Decane; aber die ägyptischen Namen der Planeten sind uns, bis auf einen oder zwei, nicht erhalten.[12]

Auffallend ist es, daß Plato und Aristoteles sich nur der göttlichen Namen für die Planeten, die auch Diodor nennt, bedienen: während später z. B. in dem dem Aristoteles fälschlich zugeschriebenen Buche de Mundo schon ein Gemisch von beiden Arten der Benennungen, der göttlichen und der beschreibenden (expressiven), sich findet: φαίνων für Saturn, στίλβων für Merkur, πυρόεις für Mars.[13] Wenn dem Saturn, dem äußersten der damals bekannten Planeten, sonderbar genug: wie Stellen aus dem Commentar des Simplicius (p. 122) zum 8ten Aristotelischen Buche de Coelo, aus Hygin, Diodor und Theon dem Smyrnäer beweisen, die Benennung Sonne beigelegt ward; so war es gewiß nur seine Lage und die Länge seines Umlaufes, was ihn zum Herrscher der anderen Planeten erhob. Die beschreibenden Benennungen, so alt und chaldäisch sie zum Theil auch sein mögen, fanden sich bei griechischen und römischen Schriftstellern, doch erst recht häufig in der Zeit der Cäsaren. Ihre Verbreitung hängt mit dem Einfluß der Astrologie zusammen. Die Planetenzeichen sind, wenn man die Scheibe der Sonne und die Mondsichel auf ägyptischen Monumenten abrechnet, sehr neuen Ursprungs; nach Letronne's Untersuchungen[14] sollen sie sogar nicht älter als das zehnte Jahrhundert sein. Selbst auf Steinen mit gnostischen Inschriften findet man sie nicht. Späte Abschreiber haben sie aber gnostischen und alchymistischen Handschriften beigefügt, fast nie den ältesten Handschriften griechischer Astronomen: des Ptolemäus, des Theon oder des Cleomedes. Die frühesten Planetenzeichen: von denen einige (Jupiter und Mars), wie Salmasius mit gewohntem Scharfsinn gezeigt, aus Buchstaben entstanden sind, waren sehr von den unsrigen verschieden; die jetzige Form reicht kaum über das 15te Jahrhundert hinaus. Unbezweifelt ist es und durch eine dem Proclus (ad Tim. ed. Basil. p. 14) von Olympiodor entlehnte Stelle, wie auch durch ein spätes Scholion zum Pindar (Isthm. V, 2) erwiesen, daß die symbolisirende Gewohnheit, gewisse Metalle den Planeten zu weihen, schon neu-platonischen alexandrinischen Vorstellungen des 5ten Jahrhunderts zugehört. Vergl. Olympiod. Comment. in *Aristot.* Meteorol. cap. 7, 3 in Ideler's Ausgabe der Meteorol. *T. II. p. 163*: auch T. I. p. 199 und 251.)

Wenn sich die Zahl der sichtbaren Planeten nach der frühesten

Einschränkung der Benennung auf 5, später mit Hinzufügung der großen Scheiben der Sonne und des Mondes auf 7 belief; so herrschten doch auch schon im Alterthum Vermuthungen, daß außer diesen sichtbaren Planeten noch andere, lichtschwächere, ungesehene, vorhanden wären. Diese Meinung wird von Simplicius als eine aristotelische bezeichnet. „Es sei wahrscheinlich, daß solche dunkle Weltkörper, die sich um das gemeinsame Centrum bewegten, bisweilen Mondfinsternisse so gut als die Erde veranlassen." Artemidorus aus Ephesus, den Strabo oft als Geographen anführt, glaubte an unzählige solcher dunkeln kreisenden Weltkörper. Das alte ideale Wesen, die Gegenerde (ἀντίχθων) der Pythagoreer, gehört aber nicht in den Kreis dieser Ahndungen. Erde und Gegenerde haben eine parallele, concentrische Bewegung; und die Gegenerde: ersonnen, um der sich planetarisch in 24 Stunden um das Centralfeuer bewegenden Erde die Rotations-Bewegung zu ersparen, ist wohl nur die entgegengesetzte Halbkugel, die Antipoden-Hälfte unseres Planeten. 15

Wenn man von den jetzt bekannten 43 Haupt- und Nebenplaneten, dem Sechsfachen von den dem Alterthum bekannten planetarischen Weltkörpern, chronologisch, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, die 36 Gegenstände absondert, welche seit der Erfindung der Fernröhre erkannt worden sind; so erhält man für das 17te Jahrhundert neun, für das 18te Jahrhundert wieder neun, für das halbe 19te Jahrhundert achtzehn neu entdeckte.

Zeitfolge der planetarischen Entdeckungen (Haupt- und Nebenplaneten) seit der Erfindung des Fernrohrs im Jahr 1608.

A. Das siebzehnte Jahrhundert:

vier Jupitersstrabanten: Simon Marius zu Ansbach 29 Dec. 1609, Galilei 7 Jan. 1610 zu Padua

Dreigestaltung des **Saturn:** Galilei Nov. 1610; Hevelius, Ansicht von zwei Seitenstäben 1656; Huygens, endliche Erkenntniß der wahren Gestalt des Ringes 17 Dec. 1657

der 6te Saturnstrabant (Titan): Huygens 25 März 1655

der 8te Saturnstrabant (der äußerste, Japetus): Domin. Cassini Oct. 1671

der 5te Saturnstrabant (Rhea): Cassini 23 Dec. 1672

der 3te und 4te Saturnstrabant (Tethis und Dione): Cassini Ende März 1684.

B. Das achtzehnte Jahrhundert:

Uranus: William Herschel 13 März 1781 zu Bath

der 2te und 4te Uranustrabant: Will. Herschel 11 Jan. 1787

der 1te Saturnstrabant (Mimas): Will. Herschel 28 Aug. 1789

der 2te Saturnstrabant (Enceladus): Will. Herschel 17 Sept. 1789
der 1te Uranustrabant: Will. Herschel 18 Jan. 1790
der 5te Uranustrabant: Will. Herschel 9 Febr. 1790
der 6te Uranustrabant: Will. Herschel 28 Febr. 1794
der 3te Uranustrabant: Will. Herschel 26 März 1794

C. Das neunzehnte Jahrhundert:

Ceres*: Piazzi zu Palermo 1 Januar 1801
Pallas*: Olbers zu Bremen 28 März 1802
Juno*: Harding zu Lilienthal 1 Sept. 1804
Vesta*: Olbers zu Bremen 29 März 1807
(38 Jahre lang keine planetarische Entdeckung)
Asträa*: Hencke zu Driesen 8 Dec. 1845
Neptun: Galle zu Berlin 23 Sept. 1846
der 1te Neptunstrabant: W. Lassell zu Starfield bei Liverpool, Nov. 1846; Bond zu Cambridge (V. St.)
Hebe*: Hencke zu Driesen 1 Juli 1847
Iris*: Hind zu London 13 Aug. 1847
Flora*: Hind zu London 18 Oct. 1847
Metis*: Graham zu Markree-Castle 25 April 1848
der 7te Saturnstrabant (Hyperion): Bond in Cambridge (V. St.) 16—19 Sept. 1848, Lassell zu Liverpool 19—20 Sept. 1848
Hygiea*: de Gasparis zu Neapel 12 April 1849
Parthenope*: de Gasparis zu Neapel 11 Mai 1850
der 2te Neptunstrabant: Lassell zu Liverpool 14 Aug. 1850
Victoria*: Hind zu London 13 Sept. 1850
Egeria* de Gasparis zu Neapel 2 Nov. 1850
Irene*: Hind zu London 19 Mai 1851 und de Gasparis zu Neapel 23 Mai 1851.

Es sind in dieser chronologischen Uebersicht[16] die Hauptplaneten von den Nebenplaneten oder Trabanten (Satelliten) durch größere Lettern unterschieden. Ein Sternchen ist der Classe von Hauptplaneten beigefügt, welche eine eigene und sehr ausgedehnte Gruppe, gleichsam einen Ring von 33 Millionen geographischer Meilen Breite, zwischen Mars und Jupiter bilden; und gewöhnlich Kleine Planeten, auch wohl: teleſcopiſche, Coplaneten, Asteroiden oder Planetoiden, genannt werden. Von diesen sind 4 in den ersten sieben Jahren dieses Jahrhunderts und 10 in den letztverflossenen sechs Jahren aufgefunden worden: was minder der Vorzüglichkeit der Fernröhre als dem Fleiß und Geschick der Suchenden, wie besonders den verbesserten und mit Fixsternen 9ter und 10ter Größe bereicherten Sternkarten zuzuschreiben ist. Man erkennt jetzt leichter das Bewegte zwischen dem Unbewegten (s. oben S. 103). Die Zahl der Hauptplaneten ist genau verdoppelt, seitdem der erste Band des

Kosmos erschienen[17] ist. So überschnell ist die Folge der Entdeckungen gewesen, die Erweiterung und Vervollkommnung der Topographie des Planetensystems.

2. Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen. — Wenn man in dem Sonnengebiete die Region der Kleinen Planeten zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiter, doch der ersteren im ganzen mehr genähert, als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilung betrachtet, gleichsam als eine mittlere Gruppe; so bieten, wie schon früher bemerkt worden ist, die der Sonne näheren, inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) manche Aehnlichkeiten unter sich und Contraste mit den äußeren, der Sonne ferneren, jenseits der scheidenden Zone gelegenen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) dar. Die mittlere dieser drei Gruppen füllt kaum die Hälfte des Abstandes der Marsbahn von der Jupitersbahn aus. In dem Raume zwischen den zwei großen Hauptplaneten Mars und Jupiter ist der dem Mars nähere Theil bisher am reichsten gefüllt; denn wenn man in der Zone, welche die Asteroiden einnehmen, die äußersten, Flora und Hygiea, in Betrachtung zieht: so findet man, daß Jupiter mehr denn dreimal weiter von Hygiea absteht als Flora vom Mars. Diese mittlere Planetengruppe hat den abweichendsten Charakter: durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und excentrischen Bahnen; durch die beträchtliche Kleinheit ihrer Planeten. Die Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik steigt bei Juno auf 13° 3′, bei Hebe auf 14° 47′, bei Egeria auf 16° 33′, bei Pallas gar auf 34° 37′: während sie in derselben mittleren Gruppe bei Asträa bis 5° 19′, bei Parthenope bis 4° 37′, bei Hygiea bis 3° 47′ herabsinkt. Die sämmtlichen Bahnen der Kleinen Planeten mit Neigungen geringer als 7° sind, vom Großen zum Kleinen übergehend, die von Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope und Hygiea. Keine dieser Bahn-Neigungen erreicht indeß an Kleinheit die von Venus, Saturn, Mars, Neptun, Jupiter und Uranus. Die Excentricitäten übertreffen theilweise noch die des Merkur (0,206); denn Juno, Pallas, Iris und Victoria haben 0,255; 0,239; 0,232 und 0,218: während Ceres (0,076), Egeria (0,086) und Vesta (0,089) weniger excentrische Bahnen haben als Mars (0,093), ohne jedoch die übrigen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus) in der angenäherteren Kreisförmigkeit zu erreichen. Der Durchmesser der teleskopischen Planeten ist fast unmeßbar klein; und nach Beobachtungen von Lamont in München und Mädler im Dorpater Refractor ist es wahrscheinlich, daß der größte der Kleinen Planeten auf's höchste 145 geogr. Meilen im Durchmesser hat: das ist $^1/_5$ des Merkur und $^1/_{12}$ der Erde.

Nennen wir die 4 der Sonne näheren Planeten, zwischen dem *Ringe der Asteroiden* (der Kleinen Planeten) und dem Centralkörper

gelegen, innere Planeten; so zeigen sie sich alle von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und dabei langsam um ihre Achsen rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet und bis auf einen (die Erde) gänzlich mondlos. Dagegen sind die 4 äußeren, sonnenferneren Planeten, die zwischen dem Ringe der Asteroiden und den uns unbekannten Extremen des Sonnengebiets gelegenen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun; mächtig größer, 5mal undichter, mehr als 2mal schneller in der Rotation um die Achse, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 20 zu 1. Die inneren Planeten sind alle kleiner als die Erde (Merkur und Mars $^2/_5$- und $^1/_2$mal kleiner im Durchmesser), die äußeren Planeten sind dagegen 4,2- bis 11,2mal größer als die Erde. Die Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt, sind die Dichtigkeiten der Venus und des Mars bis auf weniger als $^1/_{10}$ damit übereinstimmend; auch die Dichtigkeit des Merkur (nach Encke's aufgefundener Merkurs-Masse) ist nur wenig größer. Dagegen übersteigt keiner der äußeren Planeten die Dichtigkeit $^1/_4$; Saturn ist sogar nur $^1/_7$, fast nur halb so undicht als die übrigen äußeren Planeten und als die Sonne. Die äußeren Planeten bieten dazu das einzige Phänomen des ganzen Sonnensystems, das Wunder eines seinen Hauptplaneten frei umschwebenden festen Ringes, dar; auch Atmosphären, welche durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verdickungen sich unserem Auge als veränderliche, ja im Saturn bisweilen als unterbrochene Streifen darstellen.

Obgleich bei der wichtigen Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen von inneren und äußeren Planeten generelle Eigenschaften der absoluten Größe, der Dichtigkeit, der Abplattung, der Geschwindigkeit in der Rotation, der Mondlosigkeit sich als abhängig von den Abständen, d. i. von ihren halben großen Bahn-Axen, zeigen; so ist diese Abhängigkeit in jeder einzelnen dieser Gruppen keineswegs zu behaupten. Wir kennen bisher, wie ich schon früher bemerkt, keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, das (wie das schöne Gesetz, welches die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die ebengenannten Elemente für die Reihenfolge der einzelnen planetarischen Weltkörper jeder Gruppe in ihrer Abhängigkeit von den Abständen darstellte. Wenn auch der der Sonne nächste Planet, Merkur, der dichteste, ja 6- oder 8mal dichter als einzelne der äußeren Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, ist; so zeigt sich doch die Reihenfolge bei Venus, Erde und Mars: oder bei Jupiter, Saturn und Uranus als sehr unregelmäßig. Die absoluten Größen sehen wir, wohl im allgemeinen, wie schon Kepler bemerkt (Harmonice Mundi V, *4 p. 194*; Kosmos Bd. I. S. 235), aber nicht einzeln betrachtet, *mit den* Abständen wachsen. Mars ist kleiner als die Erde, Uranus *kleiner als* Saturn, Saturn kleiner als Jupiter, und dieser folgt

ittelbar auf eine Schaar von Planeten, welche wegen ihrer Klein= fast unmeßbar sind. Die Rotationszeit nimmt im allge= en freilich mit der Sonnenferne zu; aber sie ist bei Mars wieder samer als bei der Erde, bei Saturn langsamer als bei Jupiter. Die Welt der Gestaltungen, ich wiederhole es, kann in der Auf= ung räumlicher Verhältnisse nur geschildert werden als etwas ſächliches, als etwas Daseiendes (Wirkliches) in der Natur; nicht Gegenstand intellectueller Schlußfolge, schon erkannter ursachlicher ettung. Kein allgemeines Gesetz ist hier für die Himmelsräume efunden, so wenig als für die Erdräume in der Lage der Cul= ıtionspunkte der Bergketten oder in der Gestaltung der einzelnen iſſe der Continente. Es sind Thatsachen der Natur, hervor= ngen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebenen ngungen wirkender Wurf= und Anziehungskräfte. Wir treten hier gespannter und unbefriedigter Neugier in das dunkle Gebiet des rdens. Es handelt sich hier, im eigentlichsten Sinne des so oft ßbrauchten Wortes, um Weltbegebenheiten, um kosmische ränge in für uns unmeßbaren Zeiträumen. Haben sich die Pla= n aus kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet: so muß Materie, als sie sich nach dem Vorherrschen einzelner Attractions= kte zu ballen begann, eine unabsehbare Reihe von Zuständen durch= en sein, um bald einfache, bald verschlungene Bahnen; Planeten so verschiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondlose und reiche: ja in einen festen Ring verschmolzene Satelliten zu bil=

Die gegenwärtige Form der Dinge und die genaue numerische immung ihrer Verhältnisse hat uns bisher nicht zur Kenntniß der hlaufenen Zustände führen können, nicht zu klarer Einsicht in die ingungen, unter denen sie entstanden sind. Diese Bedingungen en aber darum nicht zufällig heißen: wie dem Menschen alles t, was er noch nicht genetisch zu erklären vermag.

3. Absolute und scheinbare Größe; Gestaltung. — Der chmesser des größten aller Planeten, Jupiters, ist 30mal so groß der Durchmesser des kleinsten der sicher bestimmten Planeten, kurs; fast 11mal so groß als der Durchmesser der Erde. Beinahe demselben Verhältniß steht Jupiter zur Sonne. Die Durchmesser er sind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, Größen=Abstand der Meteorsteine, die man geneigt ist für kleine netarische Körper zu halten, zur Vesta: welche nach einer Messung Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmesser, also 80 Meilen we= er hat wie Pallas nach Lamont; sey nicht bedeutender als der ßen=Abstand der Vesta zur Sonne. Nach diesem Verhältnisse ßte es Meteorsteine von 517 Fußen im Durchmesser geben. Feuer= eln haben, *so lange sie scheibenartig erscheinen*, allerdings bis *0 Fuß Durchmesser.*

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am auffallendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der *inneren* Gruppe (Rot. 23 h 56′, Abpl. $^1/_{299}$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9 h 55′; Abpl. nach Arago $^1/_{17}$, nach John Herschel $^1/_{15}$) und Saturn (Rot. 10 h 29′, Abpl. $^1/_{10}$. Aber Mars, dessen Rotation sogar noch 41 Minuten *langsamer* ist als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch immer sehr wahrscheinlich eine viel *größere* Abplattung. Liegt der Grund dieser Anomalie, in so fern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroids der Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, daß die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations-Geschwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Gestaltung der Abplattung unseres Planeten hangen, wie die theoretische Astronomie beweist, die wichtigen Erscheinungen des Zurückweichens der Aequinoctial-Punkte oder des scheinbaren Vorrückens der Gestirne (*Präcession*), die der *Nutation* (Schwankung der Erdachse) und der Veränderung der *Schiefe* der *Ekliptik* ab.

Die absolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde bestimmen ihren scheinbaren Durchmesser. Der *absoluten* (wahren) *Größe* nach haben wir die Planeten, von den kleineren zu den größeren übergehend, also zu reihen:

die in ihren Bahnen verschlungenen, Kleinen Planeten, deren größte Pallas und Vesta zu sein scheinen;
Merkur,
Mars,
Venus,
Erde,
*
Neptun,
Uranus,
Saturn,
Jupiter.

In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen scheinbaren Aequatorial-Durchmesser von 38″,4: wenn derselbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″,9: bei Mars 5″,8 ist. In der unteren Conjunction wächst aber der scheinbare Durchmesser der Scheibe der Venus *bis 62″, wenn* der des Jupiter in der Opposition nur eine Vergrößerung *bis* 46″ erreicht. Es ist hier nothwendig zu erinnern, daß *der Ort in* der Bahn der Venus, an welchem sie uns im hellsten

rscheint, zwischen ihre untere Conjunction und ihre größte
on von der Sonne fällt, weil da die schmale Lichtsichel wegen
ßten Nähe zu der Erde das intensivste Licht giebt. Im Mittel
Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne
werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne
ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40"
größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10".

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

r	in mittlerer Entfernung	6",7	(oscillirt von 4",4	bis 12")
	" " "	16",9	(oscillirt von 9",5	bis 62")
	" " "	5",8	(oscillirt von 3",3	bis 23")
r	" " "	38",4	(oscillirt von 30"	bis 46")
n	" " "	17",1	(oscillirt von 15"	bis 20")
s	" " "	3",9		
n	" " "	2",7		

s Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur	wie	1 : 16,7
Venus	"	1 : 1,05
Erde	"	1 : 1
Mars	"	1 : 7,14
Jupiter	"	1414 : 1
Saturn	"	735 : 1
Uranus	"	82 : 1
Neptun	"	108 : 1

das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist.
lenderungen der Messungen des Durchmessers vergrößern die
der Volumina im Verhältniß des Cubus.
ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels
g belebenden Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die
rer Scheiben und ihre Nähe; durch Farbe des Lichts; durch
tion, die einigen Planeten in gewissen Lagen nicht ganz
; durch die Eigenthümlichkeit, mit der ihre verschiedenartigen
en das Sonnenlicht reflectiren. Ob eine schwache Lichtent-
in den Planeten selbst die Intensität und Beschaffenheit
hts modificire, ist ein noch zu lösendes Problem.
Reihung der Planeten und ihre Abstände von der
— Um das bisher entdeckte Planetensystem als ein Ganzes
ssen und in seinen mittleren Abständen von dem Cen-
r, der Sonne, darzustellen, liefern wir die nachfolgende Ta-
welcher, wie es immer in der Astronomie gebräuchlich ge-
ie mittlere Entfernung der Erde von der Sonne (ABBBBBB
eilen) zur Einheit angenommen ist. Wir fügen später bei

den einzelnen Planeten die größten und kleinsten Entfernungen von der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem der Planet in der Ellipse, deren Brennpunkt die Sonne einnimmt, sich in demjenigen Endpunkte der großen Axe (Apsidenlinie) befindet, welcher dem Brennpunkt am fernsten oder am nächsten ist. Unter der mittleren Entfernung von der Sonne, von welcher hier allein die Rede ist, wird das Mittel aus der größten und kleinsten Entfernung, oder die halbe große Axe der Planetenbahn, verstanden. Auch ist zu bemerken, daß die numerischen Data hier wie bisher, und so auch im Folgenden, größtentheils aus Hansen's sorgfältiger Zusammenstellung der Planeten-Elemente in Schumacher's Jahrbuch für 1837 entnommen sind. Wo die Data sich auf Zeit beziehen, gelten sie bei den älteren und größeren Planeten für das Jahr 1800; bei Neptun aber für 1851, mit Benutzung des Berliner astronomischen Jahrbuchs von 1853. Die weiter unten folgende Zusammenstellung der Kleinen Planeten, deren Mittheilung ich der Freundschaft des Dr. Galle verdanke, bezieht sich durchgängig auf neuere Epochen.

Abstände der Planeten von der Sonne:

Merkur	0,38709
Venus	0,72333
Erde	1,00000
Mars	1,52369
Kleine Planeten:	
Flora	2,202
Victoria	2,335
Vesta	2,362
Iris	2,385
Metis	2,386
Hebe	2,425
Parthenope	2,448
Irene	2,553
Asträa	2,577
Egeria	2,579
Juno	2,669
Ceres	2,768
Pallas	2,773
Hygiea	3,151
Jupiter	5,20277
Saturn	9,53885
Uranus	19,18239
Neptun	30,03828

Die einfache Beobachtung der sich von Saturn und Jupiter bis Mars und Venus schnell vermindernden Umlaufszeiten hatte: bei der Annahme, daß die Planeten an bewegliche Sphären geheftet seien, sehr früh auf Ahndungen über die Abstände dieser Sphären von einander geführt. Da unter den Griechen vor Aristarch von Samos und der Errichtung des alexandrinischen Museums von methodisch angestellten Beobachtungen und Messungen keine Spur zu finden ist; so entstand eine große Verschiedenheit in den Hypothesen über die Reihung der Planeten und ihrer relativen Abstände: sei es, wie nach dem am meisten herrschenden Systeme, über die Abstände von der im Centrum ruhenden Erde; oder, wie bei den Pythagoreern, über die Abstände von dem Heerd des Weltalls, der Hestia. Man schwankte besonders in der Stellung der Sonne, d. h. in ihrer relativen Lage gegen die unteren Planeten und den Mond.[18] Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntniß, die Wesenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die alles verschmelzende Lehre der Zahlverhältnisse auf die geometrische Betrachtung der früh erkannten 5 regelmäßigen Körper, auf die musikalischen Intervalle der Töne, welche die Accorde bestimmen und verschiedene Klanggeschlechter bilden, ja auf den Weltenbau selbst an: ahndend, daß die bewegten, gleichsam schwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmonischen Verhältnissen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmusik hervorrufen müßten. „Diese Musik", setzten sie hinzu, „würde dem menschlichen Ohre vernehmbar sein, wenn sie nicht, eben darum weil sie perpetuirlich ist und weil der Mensch von Kindheit auf daran gewöhnt ist, überhört würde."[19] Der harmonische Theil der pythagorischen Zahlenlehre schloß sich so der figürlichen Darstellung des Kosmos an, ganz im Sinne des Platonischen Timäus; denn „die Kosmogonie ist dem Plato das Werk der von der Harmonie zu Stande gebrachten Vereinigung entgegengesetzter Urgründe."[20] Er versucht sogar in einem anmuthigen Bilde die Welttöne zu versinnlichen, indem er auf jede der Planetensphären eine Sirene setzt, die, von den ernsten Töchtern der Nothwendigkeit, den drei Mören, unterstützt, die ewige Umkreisung der Weltspindel fördern.[21] Eine solche Darstellung der Sirenen, an deren Stelle bisweilen als Himmelssängerinnen die Musen treten, ist uns in antiken Kunstdenkmälern, besonders in geschnittenen Steinen mehrfach erhalten. Im christlichen Alterthume, wie im ganzen Mittelalter, von Basilius dem Großen an bis Thomas von Aquino und Petrus Alliacus, wird der Harmonie der Sphären noch immer, doch meist tadelnd, gedacht.[22]

Am Ende des sechzehnten Jahrhunderts erwachten in dem phantasiereichen Kepler wieder alle pythagorischen und platonischen Weltansichten, *gleichzeitig* die geometrischen wie die musikalischen. Kepler

baute, nach seinen naturphilosophischen Phantasien, das Planetensystem erst in dem Mysterium cosmographicum nach der Norm der 5 regulären Körper, welche zwischen die Planetensphären gelegt werden können, dann in der Harmonice Mundi nach den Intervallen der Töne auf.[23] Von der Gesetzlichkeit in den relativen Abständen der Planeten überzeugt, glaubte er das Problem durch eine glückliche Combination seiner früheren und späteren Ansichten gelöst zu haben. Auffallend genug ist es, daß Tycho de Brahe, den wir sonst immer so streng an die wirkliche Beobachtung gefesselt finden, schon vor Kepler die von Rothmann bestrittene Meinung geäußert hatte, daß die kreisenden Weltkörper die Himmelsluft (was wir jetzt das widerstehende Mittel nennen) zu erschüttern vermöchten, um Töne zu erzeugen.[24] Die Analogien der Tonverhältnisse mit den Abständen der Planeten, denen Kepler so lange und so mühsam nachspürte, blieben aber, wie mir scheint, bei dem geistreichen Forscher ganz in dem Bereich der Abstractionen. Er freut sich, zu größerer Verherrlichung des Schöpfers, in den räumlichen Verhältnissen des Kosmos musikalische Zahlenverhältnisse entdeckt zu haben; er läßt, wie in dichterischer Begeisterung, „Venus zusammen mit der Erde in der Sonnenferne Dur, in der Sonnennähe Moll spielen: ja der höchste Ton des Jupiter und der der Venus müssen im Moll-Accord zusammentreffen." Trotz aller dieser so häufig gebrauchten, und doch nur symbolisirenden, Ausdrücke sagt Kepler bestimmt: „jam soni in coelo nulli existunt, nec tam turbulentus est motus, ut ex attritu *aurae coelestis* eliciatur stridor." (Harmonice Mundi lib. V. cap. 5.) Der dünnen und heiteren Weltluft (aura coelestis) wird hier also wieder gedacht.

Die vergleichende Betrachtung der Planeten-Intervalle mit den regelmäßigen Körpern, welche diese Intervalle ausfüllen müssen, hatte Kepler ermuthigt seine Hypothesen selbst bis auf die Fixsternwelt auszudehnen.[25] Was bei der Auffindung der Ceres und der anderen sogenannten Kleinen Planeten an die pythagorischen Combinationen Kepler's zuerst wieder lebhaft erinnert hat, ist dessen, fast vergessene Aeußerung gewesen über die wahrscheinliche Existenz eines noch ungesehenen Planeten in der großen planetenlosen Kluft zwischen Mars und Jupiter. („Motus semper distantiam pone sequi videtur; atque ubi magnus hiatus erat inter orbes, erat et inter motus.") „Ich bin kühner geworden", sagt er in der Einleitung zum Mysterium cosmographicum, „und setze zwischen Jupiter und Mars einen neuen Planeten, wie auch *(eine* Behauptung, die weniger glücklich war und lange unbeachtet[26] *blieb) einen* anderen Planeten zwischen Venus und Merkur; *man hat wahrscheinlich* beide ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen *nicht gesehen."*[27] Später fand Kepler, daß er dieser neuen Planeten

für sein Sonnensystem nach den Eigenschaften der 5 regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komme nur darauf an, den Abständen der alten Planeten eine kleine Gewalt anzuthun. („Non reperies novos et incognitos Planetas, ut paulo antea, interpositos, non ea mihi probatur audacia; sed illos veteres *parum admodum luxatos*." Myst. cosmogr. p. 10.) Die geistigen Richtungen Kepler's waren den Pythagorischen und noch mehr den im Timäus ausgesprochenen Platonischen so analog, daß, so wie Plato (Cratyl. p. 409) in den sieben Planetensphären neben der Verschiedenheit der Töne auch die der Farben fand, Kepler ebenfalls (Astron. opt. cap. 6 pag. 261) eigene Versuche anstellte, um an einer verschieden erleuchteten Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War doch der große, in seinen Vernunftschlüssen immer so strenge Newton ebenfalls noch geneigt, wie schon Prevost (Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93) bemerkt, die Dimension der 7 Farben des Spectrums auf die diatonische Scale zu reduciren.[28]

Die Hypothese von noch unbekannten Gliedern der Planetenreihe des Sonnensystems erinnert an die Meinung des hellenischen Alterthums: daß es weit mehr als 5 Planeten gebe; dies sei ja nur die Zahl der beobachteten, viele andere aber blieben ungesehen wegen der Schwäche ihres Lichtes und ihrer Stellung. Ein solcher Ausspruch ward besonders dem Artemidor aus Ephesus zugeschrieben.[29] Ein anderer althellenischer, vielleicht selbst ägyptischer Glaube scheint der gewesen zu sein: „daß die Himmelskörper, welche wir jetzt sehen, nicht alle von je her zugleich sichtbar waren." Mit einem solchen physischen oder vielmehr historischen Mythus hängt die sonderbare Form des Lobes eines hohen Alters zusammen, das einige Volksstämme sich selbst beilegten. So nannten sich Proselenen die vorhellenischen pelasgischen Bewohner Arkadiens: weil sie sich rühmten früher in ihr Land gekommen zu sein, als der Mond die Erde begleitete. Vorhellenisch und vormondlich waren synonym. Das Erscheinen eines Gestirns wurde als eine Himmelsbegebenheit geschildert, wie die Deucalionische Fluth eine Erdbegebenheit war. Apulejus (Apologia Vol. II. p. 494 ed. Oudendorp; Kosmos Bd. II. S. 439 Anm. 53) dehnte die Fluth bis auf die gätulischen Gebirge des nördlichen Afrika's aus. Bei Apollonius Rhodius, der nach alexandrinischer Sitte gern alten Mustern nachahmte, heißt es von der frühen Ansiedelung der Aegypter im Nilthale: „noch kreisten nicht am Himmel die Gestirne alle; noch waren die Danaer nicht erschienen, nicht das Deucalionische Geschlecht."[30] Diese wichtige Stelle erläutert das Lob des pelasgischen Arkadien.

Ich schließe diese Betrachtungen über die Abstände und räumliche Reihung der Planeten mit einem Gesetz, welches eben nicht diesen *Namen verdient:* und das Lalande und Delambre ein Zahlenspiel

Andere ein mnemonisches Hülfsmittel nennen. Es hat dasselbe unseren verdienstvollen Bode viel beschäftigt, besonders zu der Zeit, als Piazzi die Ceres auffand: eine Entdeckung, die jedoch keineswegs durch jenes sogenannte Gesetz, sondern eher durch einen Druckfehler in Wollaston's Sternverzeichniß veranlaßt wurde. Wollte man die Entdeckung als die Erfüllung einer Voraussagung betrachten; so muß man nicht vergessen, daß letztere, wie wir schon oben erinnert haben, bis zu Kepler hinaufreicht, also mehr denn $1\frac{1}{2}$ Jahrhunderte über Titius und Bode hinaus. Obgleich der Berliner Astronom in der 2ten Auflage seiner populären und überaus nützlichen „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels" bereits sehr bestimmt erklärt hatte, daß er das Gesetz der Abstände einer in Wittenberg durch Prof. Titius veranstalteten Uebersetzung von Bonnet's contemplation de la Nature entlehne"; so hat dasselbe doch meist seinen Namen und selten den von Titius geführt. In einer Note, welche der Letztere dem Capitel über das Weltgebäude hinzufügte,[31] heißt es: Wenn man die Abstände der Planeten untersucht, so findet man, daß fast alle in der Proportion von einander entfernt sind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Distanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile; so ist Merkur 4 solcher Theile von der Sonne entfernt, Venus $4 + 3 = 7$ derselben, die Erde $4 + 6 = 10$, Mars $4 + 12 = 16$. Aber von Mars bis zu Jupiter kommt eine Abweichung von dieser so genauen (!) Progression vor. Vom Mars folgt ein Raum von $4 + 24 = 28$ solcher Theile, darin weder ein Hauptplanet noch ein Nebenplanet zur Zeit gesehen wird. Und der Bauherr sollte diesen Raum leer gelassen haben? Es ist nicht zu zweifeln, daß dieser Raum den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre; oder daß vielleicht auch Jupiter noch Trabanten um sich habe, die bisher durch kein Fernrohr gesehen sind. Von dem uns (in seiner Erfüllung) unbekannten Raum erhebt sich Jupiters Wirkungskreis in $4 + 48 = 52$. Dann folgt Saturn in $4 + 96 = 100$ Theilen — ein bewundernswürdiges Verhältniß." — Titius war also geneigt den Raum zwischen Mars und Jupiter nicht mit einem, sondern mit mehreren Weltkörpern, wie es wirklich der Fall ist, auszufüllen; aber er vermuthete, daß dieselben eher Neben- als Hauptplaneten wären.

Wie der Uebersetzer und Commentator von Bonnet zu der Zahl 4 für die Merkurbahn gelangte, ist nirgends ausgesprochen. Er wählte sie vielleicht nur, um für den damals entferntesten Planeten Saturn, dessen Entfernung 9,5: also nahe = 10,0 ist, genau 100 zu haben; in Verbindung mit den leicht theilbaren Zahlen 96, 48, 24 u. s. f. *Daß er die Reihenfolge bei den näheren Planeten beginnend aufgestellt habe, ist minder wahrscheinlich.* Eine hinreichende Uebereinstimmung des nicht von der Sonne, sondern vom Merkur angefangen

Gesetzes der Verdoppelung mit den wahren Planeten-Abständen konnte schon im vorigen Jahrhundert nicht behauptet werden, da letztere damals genau genug für diesen Zweck bekannt waren. In der Wirklichkeit nähern sich allerdings der Verdoppelung sehr die Abstände zwischen Jupiter, Saturn und Uranus; indeß hat sich seit der Entdeckung des Neptun, welcher dem Uranus viel zu nahe steht, das Mangelhafte der Progression in einer augenfälligen Weise zu erkennen gegeben.[32]

Was man das Gesetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'schen Gesetze unterscheidet, ist eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abstände angebracht hat. Er setzt, der Wahrheit sich mehr nähernd, den ersteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdabstand zu 1000.[33] Gauß hat schon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das sogenannte Gesetz der Abstände treffend gerichtet. „Das von Titius angegebene", sagt er, „trifft bei den meisten Planeten, gegen die Natur aller Wahrheiten, die den Namen Gesetz verdienen, nur ganz beiläufig, und: was man noch nicht einmal bemerkt zu haben scheint, beim Merkur gar nicht zu. Es ist einleuchtend, daß die Reihe:
4, 4 + 3, 4 + 6, 4 + 12, 4 + 24, 4 + 48, 4 + 96, 4 + 192,
womit die Abstände übereinstimmen sollten, gar nicht einmal eine continuirliche Reihe ist. Das Glied, welches vor 4 + 3 hergeht, muß ja nicht 4, d. i. 4 + 0: sondern 4 + 1½ sein. Also zwischen 4 und 4 + 3 sollten noch unendlich viele liegen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für n = 1 kommt aus $4 + 2^{n-2} \cdot 3$ nicht 4, sondern 5½. Es ist übrigens gar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinstimmungen in der Natur aufsucht. Die größten Männer aller Zeiten haben solchem lusus ingenii nachgehangen."

5. Massen der Planeten. — Sie sind durch Satelliten, wo solche vorhanden sind, durch gegenseitige Störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Einwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worden. So wurde von Encke 1841 durch Störungen, welche sein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Masse des Merkur bestimmt. Für Venus bietet derselbe Comet für die Folge Aussicht der Massen-Verbesserung dar. Auf Jupiter werden die Störungen der Vesta angewandt. Die Masse der Sonne als Einheit genommen, sind (nach Encke, vierte Abhandlung über den Cometen von Pons in den Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1842 S. 5):

Merkur	$\frac{1}{4865751}$
Venus	$\frac{1}{401889}$
Erde	$\frac{1}{359551}$
(Erde und Mond zusammen	$\frac{1}{355499}$)
Mars	$\frac{1}{2680387}$
Jupiter mit seinen Trabanten	$\frac{1}{1047,879}$
Saturn	$\frac{1}{3501,6}$
Uranus	$\frac{1}{24605}$
Neptun	$\frac{1}{14446}$

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe: $\frac{1}{9322}$, ist die Masse, welche le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe seiner scharfsinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, ist demnach bei zunehmender Masse folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter;

also, wie auch in Volum und Dichte, ganz verschieden von der Reihenfolge der Abstände vom Centralkörper.

6. Dichtigkeit der Planeten. — Die vorher erwähnten Volumina und Massen anwendend, erhält man für die Dichtigkeiten der Planeten (je nachdem man die des Erdkörpers oder die des Wassers gleich 1 setzt) folgende numerische Verhältnisse:

Planeten	Verhältniß zum Erdkörper	Verhältniß zur Dichtigkeit des Wassers
Merkur	0,234	1,71
Venus	0,940	5,11
Erde	1,000	5,44
Mars	0,958	5,21
Jupiter	0,243	1,32
Saturn	0,140	0,76
Uranus	0,178	0,97
Neptun	0,230	1,25

In der Vergleichung der planetarischen Dichtigkeiten mit Wasser dient zur Grundlage die Dichtigkeit des Erdkörpers. Reich's Versuche mit *der Drehwage* haben in Freiberg 5,4383 gegeben: sehr gleich den *analogen Versuchen* von Cavendish, welche nach der genaueren *Berechnung* von Francis Baily 5,448 gaben. Aus Baily's eigenen

n folgte das Resultat 5,660. Man erkennt in der obigen daß Merkur nach Encke's Massen-Bestimmung den anderen von mittlerer Größe ziemlich nahe steht.

vorstehende Tabelle der Dichtigkeiten erinnert lebhaft an die s von mir berührte Eintheilung der Planeten in zwei Gruppen, urch die Zone der Kleinen Planeten von einander getrennt Die Unterschiede der Dichtigkeit, welche Mars, Venus, die d selbst Merkur darbieten: sind sehr gering; fast eben so sind h ähnlich, aber 4- bis 7mal undichter als die vorige Gruppe, enferneren Planeten Jupiter, Neptun, Uranus und Saturn. tigkeit der Sonne (0,252, die der Erde = 1,000 gesetzt: Verhältniß zum Wasser 1,37) ist um weniges größer als die iten des Jupiter und Neptun. Der zunehmenden Dichte nach emnach Planeten und Sonne[34] folgendermaßen gereihet werden:

rn, Uranus, Neptun, Jupiter, Sonne, Venus, Mars, Erde, Merkur.

die dichtesten Planeten, im ganzen genommen, die der Sonne sind; so ist doch, wenn man die Planeten einzeln betrachtet, tigkeit keinesweges den Abständen proportional: wie Newton nen geneigt war.[35]

Siderische Umlaufszeit und Achsendrehung. — nügen uns hier die siderischen oder wahren Umlaufs- r Planeten in Beziehung auf die Fixsterne oder einen festen s Himmels anzugeben. In der Zeit einer solchen Revolution Planet volle 360 Grade um die Sonne zurück. Die side- evolutionen (Umläufe) sind sehr von den tropischen und chen zu unterscheiden: deren erstere sich auf die Rückkehr lings-Nachtgleiche, letztere sich auf den Zeitunterschied zwischen sten Conjunctionen oder Oppositionen beziehen.

Planeten	siderische Umlaufszeiten	Rotation
r	87^{T},96928	. . . . .
s	224,70078	. . . . .
. . . . .	365,25637	0^{T} 23^{h} 56′ 4″
. . . . .	686,97964	1^{T} 0^{h} 37′ 20″
er	4332,58480	0^{T} 9^{h} 55′ 27″
n	10759,21981	0^{T} 10^{h} 29′ 17″
s	30686,82051	. . . . .
n	60126,7	. . . . .

In einer anderen, mehr übersichtlichen Form sind die wahren Umlaufszeiten:

Merkur	87^{T}	23^{h}	15′	46″
Venus	224^{T}	16^{h}	49′	7″
Erde	365^{T}	6^{h}	9′	10″,7496: woraus gefolgert wird

die tropische Umlaufszeit oder die Länge des Sonnenjahres zu 365^{T},24222 oder 365^{T} 5^{h} 48′ 47″,8091; die Länge des Sonnenjahres wird wegen des Vorrückens der Nachtgleichen in 100 Jahren um 0″,595 kürzer

Mars	1	Jahr	321^{T}	17^{h}	30′ 41″
Jupiter	11	Jahre	314^{T}	20^{h}	2′ 7″
Saturn	29	Jahre	166^{T}	23^{h}	16′ 32″
Uranus	84	Jahre	5^{T}	19^{h}	41′ 36″
Neptun	164	Jahre	225^{T}	17^{h}	

Die Rotation ist bei den sehr großen äußeren Planeten, welche zugleich eine lange Umlaufszeit haben, am schnellsten; bei den kleineren inneren, der Sonne näheren, langsamer. Die Umlaufszeit der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter ist sehr verschieden und wird bei der Herzählung der einzelnen Planeten erwähnt werden. Es ist hier hinlänglich ein vergleichendes Resultat anzuführen, und zu bemerken, daß unter den Kleinen Planeten sich die längste Umlaufszeit findet bei Hygiea, die kürzeste bei Flora.

8. Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achsen. — Nächst den Massen der Planeten gehören die Neigung und Excentricität ihrer Bahnen zu den wichtigsten Elementen, von welchen die Störungen abhangen. Die Vergleichung derselben in der Reihenfolge der inneren, kleinen mittleren, und äußeren Planeten (von Merkur bis Mars, von Flora bis Hygiea, von Jupiter bis Neptun) bietet mannigfaltige Aehnlichkeiten und Contraste dar, welche zu Betrachtungen über die Bildung dieser Weltkörper und ihre an lange Zeitperioden geknüpften Veränderungen leiten. Der in so verschiedenen elliptischen Bahnen kreisenden Planeten liegen auch alle in verschiedenen Ebenen; sie werden, um eine numerische Vergleichung möglich zu machen, auf eine feste oder nach einem gegebenen Gesetze bewegliche Fundamental-Ebene bezogen. Als eine solche gilt am bequemsten die Ekliptik (die Bahn, welche die Erde wirklich durchläuft) oder der Aequator des Erdsphäroids. Wir fügen zu derselben Tabelle die Neigungen der Rotations-Achsen der Planeten gegen ihre eigene Bahn hinzu, soweit dieselben mit einiger Sicherheit ergründet sind:

neten	Neigung der Planetenbahnen gegen die Ekliptik	Neigung der Planetenbahnen gegen den Erd-Aequator	Neigung der Achsen der Planeten gegen ihre Bahnen
r	7° 0′ 5″,9	28° 45′ 8″	. . . . .
. . . .	3° 23′ 28″,5	24° 33′ 21″	. . . . .
. . . .	0° 0′ 0″	23° 27′ 54″,8	66° 32′
. . . .	1° 51′ 6″,2	24° 44′ 24″	61° 18′
r	1° 18′ 51″,6	23° 18′ 28″	86° 54′
n	2° 29′ 35″,9	22° 38′ 44″	. . . . .
s	0° 46′ 28″,0	23° 41′ 24″	. . . . .
n	1° 47′	22° 21′	. . . . .

en Planeten sind hier ausgelassen, weil sie weiter unten igene abgeschlossene Gruppe behandelt werden. Wenn man nnahen Merkur ausnimmt, dessen Bahnneigung gegen die 0′ 5″,9) der des Sonnen-Aequators (7° 30′) sehr nahe sieht man die Neigung der anderen sieben Planetenbahnen 0 3/4 und 3 1/2 Grad oscilliren. In der Stellung der Rochsen gegen die eigene Bahn ist es Jupiter, welcher sich dem er Perpendicularität am meisten nähert. Im Uranus dat, nach der Neigung der Trabanten-Bahnen zu schließen, die -Achse fast mit der Ebene der Bahn des Planeten zusammen. on der Größe der Neigung der Erdachse gegen die Ebene der also von der Schiefe der Ekliptik (d. h. von dem Winkel, ie scheinbare Sonnenbahn in ihrem Durchschnittspunkte mit ator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten nhöhen unter verschiedenen Breiten und die Länge des Tages so ist dieses Element von der äußersten Wichtigkeit für die nischen Klimate: d. h. für die Temperatur der Erde, in eselbe Function der erreichten Mittagshöhen der Sonne und ihres Verweilens über dem Horizonte ist. Bei einer großen r Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdrecht stände, würde jeder Ort einmal im Jahr, selbst unter , die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht ehen. Die Unterschiede von Sommer und Winter würden r Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegenichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im rade zu denen gehören, welche man extreme nennt und absehbar verwickelte Reihe schnell wechselnder Luftströmungen g zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall die r Ekliptik null, fiele der Erd-Aequator mit der Ekliptik zu- *so hörten an jedem* Orte die Unterschiede der Jahreszeiten

welchem ich unter dem Aequator in der Andeskette, der ewigen
grenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos[37]) zwischen
und 12000 Fuß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft
dort immerdar zwischen $4^0\,1/_2$ und 9^0 Réaumur.

Das griechische Alterthum ist viel mit der Schiefe der
beschäftigt gewesen: mit rohen Messungen, mit Muthmaßung
ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der Neigung der Erdo
Klimate und Ueppigkeit der organischen Entwickelung. Diese
lationen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pytha
Schule und dem Oenopides von Chios an. Die Stellen, we
darüber aufklären sollen, sind dürftig und unbestimmt; do
sie zu erkennen, daß man sich die Entwickelung des organischen
und die Entstehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoch
in welcher die Erdachse sich zu neigen anfing: was auch die
barkeit des Planeten in einzelnen Zonen veränderte. Nach
de plac. Philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die Wel
dem sie entstanden und lebende Wesen aus ihrem Schooße
gebracht, sich von selbst gegen die Mittagsseite geneigt hab
derselben Beziehung sagt Diogenes Laertius II, 9 von dem
menier: „die Sterne hatten sich anfangs in kuppelartiger La
geschwungen, so daß der jedesmal erscheinende Pol scheit
über der Erde stand; später aber hatten sie die schiefe Richt

er glänzendsten Errungenschaften der theoretischen Astronomie
er vervollkommneten höheren Analysis genannt werden. Diese
en sind so enge, daß Laplace (expos. du Système du
le, éd. 1824 p. 303) die Behauptung aufstellte, die Schiefe
lliptik oscillire nach beiden Seiten nur $10\ ^1/_2$ um ihre mittlere
Nach dieser Angabe[38] würde uns die Tropenzone (der Wende-
es Krebses: als ihr nördlichster, äußerster Saum) nur um eben
l näher kommen. Es wäre also, wenn man die Wirkung so
anderer metereologischer Perturbationen ausschließt, als würde
von seiner jetzigen isothermen Linie allmälig auf die von
versetzt. Die Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur würde
mehr als einen Grad des hunderttheiligen Thermometers be-
.[39] Biot nimmt zwar auch nur enge Grenzen in der alter-
en Veränderung der Schiefe der Ekliptik an, hält es aber für
mer sie nicht an bestimmte Zahlen zu fesseln. „La diminution
et séculaire de l'obliquité de l'écliptique", sagt er, „offre
tats alternatifs qui produisent une oscillation éternelle,
ise entre des limites fixes. La théorie n'a pas encore pu
nir à déterminer ces limites; mais d'après la constitution
stème planétaire, elle a démontré qu'elles existent et
s sont *très peu étendues.* Ainsi, à ne considérer que le
ffet de causes constantes qui agissent actuellement sur le
ne du monde, on peut affirmer que le plan de l'écliptique
mais coincidé et ne *coincidera jamais* avec le plan de l'équa-
phénomène qui, s'il arrivait, produirait sur la terre le
ndu!) printemps perpétuel." Biot, traité d'Astrono-
physique, 3me éd. 1847 T. IV. p. 91.

Während die von Bradley entdeckte Nutation der Erdachse bloß
r Einwirkung der Sonne und des Erd-Satelliten auf die ab-
ete Gestalt unseres Planeten abhängt, ist das Zunehmen und
men der Schiefe der Ekliptik die Folge der veränderlichen Stellung
Planeten. Gegenwärtig sind diese so vertheilt, daß ihre Gesammt-
g auf die Erdbahn eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik
bringt. Letztere beträgt jetzt nach Bessel jährlich 0",457. Nach
erlauf von vielen tausend Jahren wird die Lage der Planeten-
und ihrer Knoten (Durchschnittspunkte auf der Ekliptik) so
eben sein, daß das Vorwärtsgehen der Aequinoctien in ein Rück-
gehen und demnach in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik
erwandelt sein. Die Theorie lehrt, daß diese Zu- und Abnahme
en von sehr ungleicher Dauer ausfüllt. Die ältesten astrono-
Beobachtungen, welche uns mit genauen numerischen Angaben
n sind, reichen bis in das Jahr 1104 vor Christus hinauf und
en das *hohe Alter chinesischer* Civilisation. Litterarische Monu-
sind kaum hundert Jahre jünger, und eine geregelte historische

Zeitrechnung reicht (nach Eduard Biot) bis 2700 Jahre vor Christus hinauf.[40] Unter der Regentschaft des Tscheu-kung, Bruders des Wu-Wang, wurden an einem 8füßigen Gnomon in der Stadt Lo-jang, südlich vom gelben Flusse (die Stadt heißt jetzt Ho-nan-fu, in der Provinz Ho-nan) in einer Breite von 34° 46′ die Mittagsschatten in zwei Solstitien gemessen. Sie gaben die Schiefe der Ekliptik zu 23° 54′: also um 27′ größer, als sie 1850 war. Die Beobachtungen von Pytheas und Eratosthenes zur Marseille und Alexandrien sind sechs und sieben Jahrhunderte jünger. Wir besitzen 4 Resultate über die Schiefe der Ekliptik vor unserer Zeitrechnung, und 7 nach derselben bis zu Ulugh Beg's Beobachtungen auf der Sternwarte zu Samarkand. Die Theorie von Laplace stimmt auf eine bewundernswürdige Weise, bald in plus, bald in minus, mit den Beobachtungen für einen Zeitraum von fast 3000 Jahren überein. Die uns überkommene Kenntniß von Tscheu-kung's Messung der Schattenlängen ist um so glücklicher, als die Schrift, welche ihrer erwähnt, man weiß nicht aus welcher Ursach, der großen vom Kaiser Schi-hoang-ti aus der Tsin-Dynastie im Jahr 246 vor Chr. anbefohlenen fanatischen Bücher-Zerstörung entgangen ist. Da der Anfang der 4ten ägyptischen Dynastie mit den pyramidenbauenden Königen Chufu, Schafra und Menkera nach den Untersuchungen von Lepsius 23 Jahrhunderte vor der Solstitial-Beobachtung zu Lo-jang fällt, so ist bei der hohen Bildungsstufe des ägyptischen Volkes und seiner frühen Calender-Einrichtung es wohl sehr wahrscheinlich, daß auch damals schon Schattenlängen im Nilthal gemessen wurden; Kenntniß davon ist aber nicht auf uns gekommen. Selbst die Peruaner: obgleich weniger fortgeschritten in der Vervollkommnung des Calenderwesens und der Einschaltungen, als es die Mexicaner und die Muyscas (Bergbewohner von Neu-Granada) waren, hatten Gnomonen, von einem, auf sehr ebener Grundfläche eingezeichneten Kreise umgeben. Es standen dieselben sowohl im Inneren des großen Sonnentempels zu Cuzco als an vielen anderen Orten des Reichs; ja der Gnomon zu Quito, fast unter dem Aequator gelegen und bei den Aequinoctial-Festen mit Blumen bekränzt, wurde in größerer Ehre als die anderen gehalten.[41]

9. Excentricität der Planetenbahnen. — Die Form der elliptischen Bahnen ist bestimmt durch die größere oder geringere Entfernung der beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipse. Diese Entfernung oder Excentricität der Planetenbahnen variirt, in Theilen der halben großen Axe der Bahnen ausgedrückt, von 0,006 (also der Kreisform sehr nahe) in Venus und von 0,076 in Ceres bis 0,205 in Merkur und 0,255 in Juno. Auf die am wenigsten excentrischen Bahnen der Venus und des Neptun folgen am nächsten: die Erde, deren Excentricität sich jetzt vermindert und zwar um 0,00004288 in 100 Jahren, während die kleine Axe sich vergrößert, [illegible]

, Saturn, Ceres, Egeria, Vesta und Mars. Die am meisten
schen Bahnen sind die der Juno (0,255), Pallas (0,239), Iris
, Victoria (0,217), des Merkur (0,205) und der Hebe (0,202).
centricitäten sind bei einigen Planeten im Wachsen: wie bei
, Mars und Jupiter; bei anderen im Abnehmen: wie bei
der Erde, Saturn und Uranus. Die nachfolgende Tabelle
e Excentricitäten der Großen Planeten nach Hansen für das
300. Die Excentricitäten der 14 Kleinen Planeten sollen später
nderen Elementen ihrer Bahnen für die Mitte des 19ten Jahr-
s geliefert werden.

Merkur	0,2056163
Venus	0,0068618
Erde	0,0167922
Mars	0,0932168
Jupiter	0,0481621
Saturn	0,0562505
Uranus	0,0466108
Neptun	0,00871946

e Bewegung der großen Axe (Apsidenlinie) der
nbahnen, durch welche der Ort der Sonnennähe (des Perihels)
rt wird, ist eine Bewegung, die ohne Ende, der Zeit propor-
nach einer Richtung fortschreitet. Sie ist eine Veränderung
Position der Absidenlinie, welche ihren Cyclus erst in mehr
derttausend Jahren vollendet; und wesentlich von den Ver-
gen zu unterscheiden, welche die Gestalt der Bahnen, ihre
tät, erleidet. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob der
e Werth dieser Elemente in der Folge von Jahrtausenden
peratur der Erde in Hinsicht auf Quantität und Ver-
ng nach Tages- und Jahreszeiten beträchtlich modificiren
ob in diesen astronomischen, nach ewigen Gesetzen regel-
fortwirkenden Ursachen nicht ein Theil der Lösung des großen
hen Problems der Vergrabung tropischer Pflanzen- und Thier-
n der jetzt kalten Zone gefunden werden könne? Dieselben
tischen Gedankenverbindungen, welche zu den Besorgnissen
sition der Apsiden, über Form der elliptischen Planetenbahnen
em diese sich der Kreisform oder einer cometenartigen Excen-
nähern), über Neigung der Planeten-Achsen, Veränderung der
er Ekliptik, Einfluß der Präcession auf die Jahreslänge an-
ewähren in ihrer höheren analytischen Entwickelung auch kos-
otive der Beruhigung. Die großen Axen und die Massen
tant. Periodische Wiederkehr hindert ein maaßloses
sen gewisser Perturbationen. Die schon an sich so mäßigen
itäten der *mächtigsten* zwei Planeten, des Jupiter und des
sind durch eine gegenseitige und dazu noch ausgleichende

Wirkung wechselsweise im Zu- und Abnehmen begriffen: wie auch in bestimmte, meist enge Grenzen eingeschlossen.

Durch die Veränderung der Position der Apsidenlinie[43] fällt allmälig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächsten ist, in ganz entgegengesetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die ersten Tage des Jänners: wie die Sonnenferne (Aphel) sechs Monate später, in die ersten Tage des Julius, fällt; so kann durch das Fortschreiten (die Drehung) der Apsidenlinie oder großen Axe der Erdbahn das Maximum des Abstandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten: so daß im Januar die Erde der Sonne um 700000 geographische Meilen (d. i. ohngefähr $1/30$ des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne) ferner stehen würde als im Sommer. Auf den ersten Anblick möchte man also glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengesetzte Jahreszeit (statt des Winters, wie jetzt der Fall ist, in den Sommer) große klimatische Veränderungen hervorbringen müsse; aber in der gemachten Voraussetzung wird die Sonne nicht mehr sieben Tage länger in der nördlichen Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbst-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer ist als diejenige, während welcher sie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbst-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterschied (und wir verweilen hier bloß bei den astronomischen Klimaten, mit Ausschluß aller physischen Betrachtungen über das Verhältniß des Festen zum Flüssigen auf der vielgestalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterschied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Apsidenlinie sein soll, wird meist dadurch im ganzen verschwinden[44], daß der Punkt, in welchem unser Planet der Sonne am nächsten steht, immer zugleich der ist, durch den der Planet sich am schnellsten bewegt. Das schöne zuerst von Lambert[45] aufgestellte Theorem: nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedwedem Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional ist, den in derselben Zeitdauer der radius vector der Sonne beschreibt; enthält gewissermaßen die beruhigende Auflösung des oben bezeichneten Problems.

Wie die veränderte Richtung der Apsidenlinie wenig Einfluß auf die Temperatur des Erdkörpers ausüben kann; so sind auch, nach Arago und Poisson[46], die Grenzen der wahrscheinlichen Veränderungen der elliptischen Form der Erdbahn so eng beschränkt, daß sie die Klimate der einzelnen Zonen nur mäßig und dazu in langen Perioden sehr allmälig modificiren würden. Ist auch die Analyse, welche diese Grenze genau bestimmt, noch nicht ganz vollendet, so geht aus derselben doch wenigstens so viel hervor, daß die Excentricität der Erde nie in die der Juno, der Pallas und der Victoria übergehen werde.

10. Lichtstärke der Sonne auf den Planeten. — Wenn man die Lichtstärke auf der Erde = 1 setzt, so findet man für

Merkur	6,674
Venus	1,911
Mars	0,431
Pallas	0,130
Jupiter	0,036
Saturn	0,011
Uranus	0,003
Neptun	0,001

Als Folge sehr großer Excentricität haben Licht-Intensität:

Merkur in dem Perihel 10,58; im Aphel 4,59
Mars „ „ 0,52; „ „ 0,36
Juno „ „ 0,25; „ „ 0,09

während die Erde bei der geringen Excentricität ihrer Bahn im Perihel 1,034; im Aphel 0,967 hat. Wenn das Sonnenlicht auf Merkur 7mal intensiver als auf der Erde ist, so muß es auf Uranus 368mal schwächer sein. Der Wärme-Verhältnisse ist hier schon darum nicht Erwähnung geschehen, weil sie, als ein complicirtes Phänomen, von der besonderen Beschaffenheit der Planeten-Atmosphären, ihrer Höhe, ihrer Existenz oder Nicht-Existenz abhängig sind. Ich erinnere nur hier an die Vermuthungen von Sir John Herschel über die Temperatur der Mond-Oberfläche, „welche vielleicht den Siedepunkt des Wassers ansehnlich übertrifft".[47]

b. Nebenplaneten.

Die allgemeinen vergleichenden Betrachtungen über die Nebenplaneten sind mit einiger Vollständigkeit schon im Naturgemälde (Kosmos Bd. I. S. 64—66) geliefert worden. Damals (März 1845) waren nur 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten bekannt. Von den Asteroiden, sogenannten teleskopischen oder Kleinen Planeten waren bloß erst vier: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt. Gegenwärtig (August 1851) übertrifft die Zahl der Hauptplaneten die der Trabanten. Wir kennen von den ersteren 22, von den letzteren 21. Nach einer 38jährigen Unterbrechung planetarischer Entdeckungen, von 1807 bis December 1845, begann mit der Asträa von Hencke eine lange Folge von 10 neuentdeckten Kleinen Planeten. Von diesen hat Hencke zu Driesen zwei (Asträa und Hebe), Hind in London vier (Iris, Flora, Victoria und Irene), Graham zu Markree-Castle einen (Metis) und de Gasparis zu Neapel drei (Hygiea, Parthenope und Egeria) zuerst erkannt. Der äußerste aller Großen Planeten: der von le Verrier in Paris verkündigte, von Galle zu Berlin aufgefundene Neptun, folgte nach 10 Monaten der Asträa.

Die Entdeckungen häufen sich jetzt mit solcher Schnelligkeit, daß die Topographie des Sonnengebietes nach Ablauf weniger Jahre eben so veraltet erscheint als statistische Länderbeschreibungen.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der Erde, 4 dem Jupiter, 8 dem Saturn (der letztentdeckte unter diesen 8 ist dem Abstand nach der 7te, Hyperion; zugleich in zwei Welttheilen von Bond und Lassell entdeckt), 6 dem Uranus (von denen besonders der zweite und vierte am sichersten bestimmt sind), 2 dem Neptun.

Die um Hauptplaneten kreisenden Satelliten sind untergeordnete Systeme, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten: eigene Gebiete von sehr verschiedenen Dimensionen bildend, in denen sich im Kleinen das große Sonnengebiet gleichsam wiederholt. Nach unseren Kenntnissen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmesser 520000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Diese Analogien zwischen den untergeordneten Systemen und dem Sonnensysteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck einer kleinen Jupiterswelt (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur schnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicanischen Weltsystems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organische Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete ist so ungleich, daß, wenn im ganzen die mondlosen Hauptplaneten sich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten; die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der äußeren planetarischen Gruppe, jenseits des Ringes der mit einander verschlungenen Asteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher sich in der Gruppe der inneren Planeten zwischen der Sonne und den Asteroiden gebildet hat, der Erdmond, ist auffallend groß im Verhältniß seines Durchmessers zu dem seines Hauptplaneten. Dieses Verhältniß ist $\frac{1}{3,8}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15,5}$ und der größte der Jupiterstrabanten, der 3te, $\frac{1}{25,8}$ des Durchmessers ihres Hauptplaneten sind. Man muß diese Betrachtung einer relativen Größe sehr von der absoluten Größe unterscheiden. Der, relativ so große Erdmond (454 Meilen im Durchm.) ist absolut kleiner als alle vier Jupiterstrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnstrabant ist sehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verschieden.[48] Wenn das Problem der telescopischen Sichtbarkeit von dem Durchmesser allein abhinge: und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beschaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche *bedingt wäre*; so würde man für die kleinsten der Nebenplaneten den *1ten und 2ten* der Saturnstrabanten (Mimas und Enceladus) und *die beiden mehrfach* gesehenen Uranustrabanten zu halten haben; vor-

: ist es aber sie bloß als die kleinsten Lichtpunkte zu bezeichnen.
r scheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten über-
ie kleinsten aller planetarischen Weltkörper (Haupt- und Neben-
n) zu suchen sind.[49]
e Dichtigkeit der Satelliten ist keineswegs immer *geringer*
ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall ist beim Erdmonde
Dichtigkeit nur 0,619 von der unserer Erde ist) und bei dem
upiterstrabanten. Der dichteste dieser Trabanten-Gruppe, der
auch *dichter* als Jupiter selbst: während der 3te und größte
: Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben scheint. Auch
ssen nehmen gar nicht mit dem Abstande zu. Sind die Pla-
us kreisenden Ringen entstanden; so müssen eigene, uns viel-
vig unbekannt bleibende Ursachen größere und kleinere, dichtere
ndichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.
ie Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören,
ehr verschiedene Excentricitäten. Im Jupiters-Systeme sind
hnen der Trabanten 1 und 2 fast kreisförmig, während die
icitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 steigen.
turns-Systeme ist die Bahn des dem Hauptplaneten nächsten
ten (Mimas) schon beträchtlich excentrischer als die Bahnen
nceladus und des von Bessel so genau bestimmten Titan:
zuerst entdeckt wurde und der größte ist. Die Excentricität
3ten Trabanten des Saturn ist nur 0,02922. Nach allen diesen
n, die zu den sichreren gehören, ist Mimas allein mehr excen-
ls der Erdmond (0,05484); letzterer hat die Eigenheit, daß
3ahn um die Erde unter allen Satelliten die stärkste Excentri-
n Vergleich mit der des Hauptplaneten zeigt. Mimas (0,068)
m Saturn (0,056), aber unser Mond (0,054) um die Erde,
Excentricität nur 0,016 ist. Ueber die Abstände der Trabanten
n Hauptplaneten vergl. *Kosmos* Bd. I. S. 65. Die Ent-
g des dem Saturn nächsten Trabanten (Mimas) wird gegen-
nicht mehr zu 20022 geogr. Meilen, sondern zu 25600 ange-
n: woraus sich ein Abstand von dem Ringe des Saturn, diesen
7 Meilen Breite und den Abstand des Ringes von der Ober-
des Planeten zu 4594 Meilen gerechnet, von etwas über 7000
ergiebt.[50] Auch in der Lage der Satelliten-Bahnen zeigen
rkwürdige Anomalien neben einer gewissen Uebereinstimmung
Systeme des Jupiter, dessen Satelliten sich sehr nahe alle in
ene des Aequators des Hauptplaneten bewegen. In der Gruppe
turnstrabanten kreisen 7 meist in der Ebene des Ringes: während
erste 8te, Japetus, 12° 14′ gegen die Ring-Ebene geneigt ist.
n diesen allgemeinen Betrachtungen über die Planetenkreise im
sind wir von dem höheren, wahrscheinlich nicht höchsten[51],
e: von dem der Sonne, zu den untergeordneten Partial-

Syſtemen des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun herabgeſtiegen. Wie dem denkenden und zugleich phantaſirenden Menſchen ein Streben nach Verallgemeinerung der Anſichten angeboren iſt, wie ihm ein unbefriedigtes kosmiſches Ahnden in der translatoriſchen Bewegung [52] unſeres Sonnenſyſtemes durch den Weltraum die Idee einer höheren Beziehung und Unterordnung darzubieten ſcheint; ſo iſt auch der Möglichkeit gedacht worden, daß die Trabanten des Jupiter wieder Centralkörper für andere ſecundäre, wegen ihrer Kleinheit nicht geſehene Weltkörper ſein könnten. Dann wären den einzelnen Gliedern der Partial-Syſteme, deren Hauptſitz die Gruppe der äußeren Hauptplaneten iſt, andere, ähnliche Partial-Syſteme untergeordnet. Form-Wiederholung in wiederkehrender Gliederung gefallen allerdings, auch als ſelbſtgeſchaffene Gebilde, dem ordnenden Geiſte; aber jeder ernſteren Forſchung bleibt es geboten den idealen Kosmos nicht mit dem wirklichen, das Mögliche nicht mit dem durch ſichere Beobachtung Ergründeten zu vermengen.

Anmerkungen.

1 (S. 280.) Kosmos Bd. I. S. 127 und 275 Anm. 49.

2 (S. 281.) Gesenius in der Hallischen Litteratur-Zeitung 1822 No. 101 und 102 (Ergänzungsbl. S. 801—812). Bei den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgottheiten, den 5 Planeten standen nur Genien vor.

3 (S. 281.) Plato im Timäus p. 38 Steph.

4 (S. 281.) Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XVII und derselbe im Philolaos 1819 S. 99.

5 (S. 281.) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed Prudner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Constantins des Großen.

6 (S. 281.) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42—49. Ich habe schon damals, 1812, auf die Analogien des Thierkreises von Bianchini mit dem von Dendera aufmerksam gemacht. Vergl. Letronne, observations critiques sur les représentations zodiacales p. 97 und Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 80.

7 (S. 281.) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29, Lepsius a. a. O. S. 83. Letronne bestreitet schon wegen der Zahl 7 den altchaldäischen Ursprung der Planetenwoche.

8 (S. 281.) Vitruv de Archit. IX, 4 (ed. Rode 1800 p. 209). Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Aegypter als Urheber eines Systems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetarischen Sonne sind. Bei dem Ersteren heißt es: „Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, Solem ipsum, uti centrum, itineribus coronantes, regressus retrorsum et retardationes faciunt."

9 (S. 281.) Martianus Mineus Felix Capella de nuptiis philos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 289: „Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos ostendant, tamen eorum circuli Terras omnino non ambiunt, sed circa Solem laxiore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum centron in Sole constituunt, ita ut supraipsum aliquando ...." Da diese Stelle überschrieben ist: Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis; so konnte sie freilich, wie Gassendi

behauptet, Einfluß auf die ersten Ansichten des Copernicus ausüben: mehr als die dem großen Geometer Apollonius von Perga zugeschriebenen Stellen. Doch sagt Copernicus auch nur: „minime contemnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans quod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existentem.“ Vergl. Kosmos Bd. II. S. 217 und 324 Anm. 34.

10 (S. 281.) Henri Martin in seinem Commentar zum Timäus (études sur le Timée de Platon T. II. p. 129—133) scheint mir sehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio Chaldaeorum, welche den vortrefflichen Ideler (in Wolff's und Buttmann's Museum der Alterthums-Wissenschaft Bd. II. S. 443 und in seiner Abhandlung über Eudoxus S. 48) irre geführt hat, erläutert zu haben. Macrobius (in somn. Scipionis lib. I cap. 19, lib. II cap. 3; ed. 1694 pag. 64 und 90) weiß nichts von dem Systeme des Vitruvius und Martianus Capella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne sind, die sich aber selbst wie die anderen Planeten um die fest im Centrum stehende Erde bewegt. Er zählt bloß die Unterschiede auf in der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur und Mond nach den Annahmen des Cicero. „Ciceroni,“ sagt er, Archimedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secutus est.“ Wenn Cicero in der beredten Schilderung des ganzen Planetensystems (somn. Scip. cap. 4) ausruft: „hunc (Solem) ut comites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus“; so deutet er nur auf die Nähe der Kreise der Sonne und jener 2 unteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Saturn, Jupiter und Mars aufgezählt hatte: alle kreisend um die unbewegliche Erde. Die Kreisbahn eines Nebenplaneten kann nicht die Kreisbahn eines Hauptplaneten umschließen, und doch sagt Macrobius bestimmt: „Aegyptiorum ratio talis est: circulus, per quem Sol discurrit, a Mercurii circulo ut inferior ambitur, illum quoque superior circulus Veneris includit.“ Es sind alles sich parallel bleibende, einander gegenseitig umfangende Bahnen.

11 (S. 282.) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 207.

12 (S. 282.) Der bei Vettius Valens und Cedrenus verstümmelte Name des Planeten Mars soll mit Wahrscheinlichkeit dem Namen Hertosch entsprechen, wie Seb dem Saturn. A. a. O. S. 90 und 93.

13 (S. 282.) Die auffallendsten Unterschiede finden sich, wenn man vergleicht Aristot. Metaphys. XII cap. 8 pag. 1073 Bekker mit Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 2 pag. 392. In dem letzteren Werke erscheinen schon die Planetennamen Phaethon, Pyrois, Hercules, Stilbon und Juno, was auf die Zeiten des Apulejus und der Antonine hindeutet, wo chaldäische Astrologie bereits über das ganze römische Reich verbreitet war und Benennungen verschiedener Völker mit einander gemengt waren (vergl. Kosmos Bd. II. S. 10 und 67 Anm. 18). Daß die Chaldäer zuerst die Planeten nach ihren babylonischen Göttern genannt haben und daß diese göttlichen Planetennamen *so zu den* Griechen übergegangen sind, spricht bestimmt aus Diodor von Sicilien. Ideler (Eudoxus S. 48) schreibt dagegen diese Benennungen den Aegyptern

zu, und gründet sich auf die alte Existenz einer siebentägigen Planetenwoche am Nil (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 180): eine Hypothese, die Lepsius vollkommen widerlegt hat (Chronol. der Aeg. Th. I. S. 131). Ich will hier aus dem Eratosthenes, aus dem Verfasser der Epinomis (Philippus Opuntius?), aus Geminus, Plinius, Theon dem Smyrnäer, Cleomedes, Achilles Tatius, Julius Firmicus und Simplicius die Synonymie der fünf ältesten Planeten zusammentragen, wie sie uns hauptsächlich durch Vorliebe zu astrologischen Träumereien erhalten worden sind:

Saturn: φαίνων, Nemesis, auch eine Sonne genannt von 5 Autoren (Theon Smyrn. p. 87 und 165 Martin);

Jupiter: φαέθων, Osiris;

Mars: πυρόεις, Hercules;

Venus: ἑωσφόρος, φωσφόρος, Lucifer; ἕσπερος, Vesper; Juno, Isis;

Merkur: στίλβων, Apollo.

Achilles Tatius (Isag. in Phaenom. Arati cap. 17) findet es befremdend, daß „Aegypter wie Griechen den lichtschwächsten der Planeten (wohl nur weil er Heil bringt) den Glänzenden nennen." Nach Diodor bezieht sich der Name darauf, „daß Saturn der die Zukunft am meisten und klarsten verkündigende Planet war". (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 33 und im Journal des Savants 1836 p. 17; vergl. auch Carteron, analyse de recherches zodiacales p. 97.) Benennungen, die von einem Volke zum anderen als Aequivalente übergehen, hangen allerdings oft ihrem Ursprunge nach von nicht zu ergründenden Zufälligkeiten ab; doch ist hier wohl zu bemerken, daß sprachlich φαίνειν ein bloßes Scheinen: also ein matteres Leuchten mit continuirlichem, gleichmäßigem Lichte, ausdrückt; während στίλβειν ein unterbrochenes, lebhafter glänzendes, funkelnderes Licht voraussetzt. Die beschreibenden Benennungen: φαίνων für den entfernteren Saturn, στίλβων für den uns näheren Planeten Merkur, scheinen um so passender, als ich schon früher (Kosmos Bd. III. S. 54) daran erinnert habe, wie bei Tage im großen Refractor von Fraunhofer Saturn und Jupiter lichtschwach erscheinen in Vergleich mit dem funkelnden Merkur. Es ist daher, wie Prof. Franz bemerkt, eine Folge zunehmenden Glanzes angedeutet von Saturn (φαίνων) bis zu Jupiter, dem leuchtenden Lenker des Lichtwagens (φαέθων), bis zum farbig glühenden Mars (πυρόεις), bis zu der Venus (φωσφόρος) und dem Merkur (στίλβων).

Die mir bekannte indische Benennung des langsam Wandelnden (sanaistschara) für Saturn hat mich veranlaßt meinen berühmten Freund Bopp zu befragen, ob überhaupt auch in den indischen Planetennamen, wie bei den Griechen und wahrscheinlich den Chaldäern, zwischen Götternamen und beschreibenden Namen zu unterscheiden sei. Ich theile hier mit, was ich diesem großen Sprachforscher verdanke, lasse aber die Planeten nach ihren wirklichen Abständen von der Sonne wie in der obigen Tabelle (beginnend vom größten Abstande) folgen, nicht wie sie im Amarakoscha (bei Colebrooke p. 17 und 18) gereiht sind. Es giebt nach Sanskrit-Benennung in der That unter 5 Namen *3 beschreibende:* Saturn, Mars und Venus.

„Saturn: 'sanaistschara, von 'sanais, langsam, und tschara, gehend; auch 'sauri: eine Benennung des Wischnu (herstammend als Patronymicum von 'sûra, Großvater des Krischna), und 'sani. Der Planetenname 'sani-vâra für dies Saturni ist wurzelhaft verwandt mit dem Adverbium 'sanais, langsam. Die Benennungen der Wochentage nach Planeten scheint aber Amarasinha nicht zu kennen. Sie sind wohl späterer Einführung."

„Jupiter: Vrihaspati; oder nach älterer, vedischer Schreibart, der Lassen folgt, Brihaspati: Herr des Wachsens; eine vedische Gottheit: von vrih (brih), wachsen, und pati, Herr."

„Mars: angaraka (von angara, brennende Kohle); auch lohitânga, der Rothkörper; von lôhita, roth, und anga, Körper."

„Venus: ein männlicher Planet, der 'sukra heißt, d. i. der glänzende. Eine andere Benennung dieses Planeten ist daitya-guru: Lehrer, guru, der Titanen, Daityas."

„Merkur: Budha, nicht zu verwechseln als Planetenname mit dem Religionsstifter Buddha; auch Rauhinêya, Sohn der Nymphe Rohini, Gemahlinn des Mondes (soma): weshalb der Planet bisweilen saumya heißt, ein Patronymicum vom Sanskrit-Worte Mond. Die sprachliche Wurzel von budha, dem Planetennamen, und buddha, dem Heiligen, ist budh, wissen. Daß Wuotan (Wotan, Odin) im Zusammenhang mit Budha stehe, ist mir unwahrscheinlich. Die Vermuthung gründet sich wohl hauptsächlich auf die äußerliche Form-Aehnlichkeit und auf die Uebereinstimmung der Benennung des Wochentags, dies Mercurii, mit dem altsächsischen Wôdanes dag und dem indischen Budha-vâra, d. i. Budha's Tag. Vâra bedeutet ursprünglich Mal: z. B. in bahuvârân, vielmal; später kommt es am Ende eines Compositums in der Bedeutung Tag vor. Den germanischen Wuotan leitet Jacob Grimm (Deutsche Mythologie S. 120) von dem Verbum watan, vuot (unserem waten) ab, welches bedeutet: meare, transmeare, cum impetu ferri, und buchstäblich dem lateinischen vadere entspreche. Wuotan, Odinn ist nach Jacob Grimm das allmächtige, alldurchdringende Wesen: qui omnia permeat, wie Lucan vom Jupiter sagt." Vergl. über den indischen Namen des Wochentages, über Budha und Buddha und die Wochentage überhaupt die Bemerkungen meines Bruders in seiner Schrift: über die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 187—190).

14 (S. 282.) Vergl. Letronne sur l'amulette de Jules César et les Signes planétaires in der Revue archéologique Année III. 1846 p. 261. Salmasius sah in dem ältesten Planetenzeichen des Jupiter den Anfangsbuchstaben von Ζεύς, in dem des Mars eine Abkürzung des Beinamens Γόνιος. Die Sonnenscheibe wurde als Zeichen durch einen schief und triangular ausströmenden Strahlenbündel fast unkenntlich gemacht. Da die Erde, das philolaisch-pythagorische System etwa abgerechnet, nicht den

Planeten beigezählt wurde, so hält Letronne das Planetenzeichen der Erde „für später als Copernicus in Gebrauch gekommen". — Die merkwürdige Stelle des Olympiodorus über die Weihung der Metalle an einzelne Planeten ist dem Proclus entlehnt und von Böckh aufgefunden worden (sie steht nach der Baseler Ausgabe p. 14, in der von Schneider p. 30). Vergl. für Olympiodorus: Aristot. Meteorol. ed. Ideler T. II. p. 163. Auch das Scholion zum Pindar (Isthm.), in welchem die Metalle mit den Planeten verglichen werden, gehört der neuplatonischen Schule an; Lobeck, Aglaophamus: in Orph. T. II. p. 936. Planetenzeichen sind nach derselben Verwandtschaft der Ideen nach und nach Metallzeichen, ja einzeln (wie Mercurius für Quecksilber, argentum vivum und hydrargyrus des Plinius) Metallnamen geworden. In der kostbaren griechischen Manuscripten-Sammlung der Pariser Bibliothek befinden sich über die kabalistische sogenannte heilige Kunst zwei Handschriften: deren eine (No. 2250), ohne Planetenzeichen, die den Planeten geweihten Metalle aufführt: die andere aber (No. 2329), der Schrift nach aus dem 15ten Jahrhundert, (eine Art chemisches Wörterbuch) Namen der Metalle mit einer geringen Anzahl von Planetenzeichen verbindet (Höfer, histoire de la Chimie T. I. p. 250). In der Pariser Handschrift No. 2250 wird das Quecksilber dem Merkur, das Silber dem Monde zugeschrieben: wenn umgekehrt in No. 2329 dem Monde das Quecksilber und dem Jupiter das Zinn angehört. Letzteres Metall hat Olympiodorus dem Merkur beigelegt. So schwankend waren die mystischen Beziehungen der Weltkörper zu den Metallkräften.

Es ist hier der Ort auch der Planetenstunden und der Planetentage in der kleinen siebentägigen Periode (Woche) zu erwähnen: über deren Alter und Verbreitung unter ferne Völker erst in der neuesten Zeit richtigere Ansichten aufgestellt worden sind. Die Aegypter haben ursprünglich: wie Lepsius (Chronologie der Aeg. S. 132) erwiesen und Denkmäler bezeugen, welche bis in die ältesten Zeiten der großen Pyramidenbaue hinaufreichen, keine siebentägige: sondern zehntägige, der Woche ähnliche, kleine Perioden gehabt. Drei solcher Decaden bildeten einen der 12 Monate des Sonnenjahres. Wenn wir bei Dio Cassius (lib. XXXVII. cap. 18) lesen: „daß der Gebrauch die Tage nach den sieben Planeten zu benennen zuerst bei den Aegyptern aufgekommen sei, und sich vor nicht gar langer Zeit von ihnen zu allen übrigen Völkern verbreitet habe: namentlich zu den Römern, bei denen er nun schon ganz einheimisch sei"; so muß man nicht vergessen, daß dieser Schriftsteller in der späten Zeit des Alexander Severus lebte, und es seit dem ersten Einbruche der orientalischen Astrologie unter den Cäsaren und bei dem frühen großen Verkehr so vieler Volksstämme in Alexandrien die Sitte des Abendlandes wurde, alles alt scheinende ägyptisch zu nennen. Am ursprünglichsten und verbreitetsten ist ohne Zweifel die siebentägige Woche bei den semitischen Völkern gewesen: nicht bloß bei den Hebräern, sondern selbst unter den arabischen Nomaden lange vor Mohammed. Ich habe einem gelehrten Forscher des semitischen Alterthums, dem orientalischen Reisenden, Prof. Tischendorf zu Leipzig, die *Fragen vorgelegt: ob in den* Schriften des Alten Bundes sich außer dem Sabbath

Namen für die einzelnen Wochentage (andere als der 2te und 3te Tag des schebua) finden? ob nicht irgendwo im Neuen Testamente zu einer Zeit, wo fremde Bewohner von Palästina gewiß schon planetarische Astrologie trieben, eine Planeten-Benennung für einen Tag der 7tägigen Periode vorkommen? Die Antwort war: „Es fehlen nicht nur im Alten und Neuen Testamente alle Spuren für Wochentags-Benennung nach Planeten, sie fehlen auch in Mischna und Talmud. Man sagte auch nicht: der 2te oder 3te Tag des schebua, und zählte gewöhnlich die Tage des Monats; nannte auch den Tag vor dem Sabbath den 6ten Tag, ohne weiteren Zusatz. Das Wort Sabbath wurde auch geradezu auf die Woche übertragen (Ideler, Handb. der Chronol. Bd. I. S. 480); daher auch im Talmud für die einzelnen Wochentage: erster, zweiter, dritter des Sabbaths steht. Das Wort ἑβδομάς für schebua hat das N. T. nicht. Der Talmud, der freilich vom 2ten bis in das 5te Jahrhundert seiner Redaction nach reicht, hat beschreibende hebräische Namen für einzelne Planeten, für die glänzende Venus und den rothen Mars. Darunter ist besonders merkwürdig der Name Sabbatai (eigentlich Sabbath-Stern) für Saturn: wie unter den pharisäischen Sternnamen, welche Epiphanius aufzählt, für den Planeten Saturn der Name Hochab Sabbath gebraucht wird. Ist dies nicht von Einfluß darauf gewesen, daß der Sabbathtag zum Saturntage wurde, Saturni sacra dies des Tibull (Eleg. I, 3, 18)? Eine andere Stelle, des Tacitus (Hist. V, 4), erweitert den Kreis dieser Beziehungen auf Saturn als Planet und als eine traditionell-historische Person.“ Vergl. auch Fürst, Kultur- und Litteraturgeschichte der Juden in Asien, 1849 S. 40.

Die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes haben gewiß früher die Aufmerksamkeit von Jäger- und Hirtenvölkern auf sich gezogen als astrologische Phantasien. Es ist daher wohl mit Ideler anzunehmen, daß die Woche aus der Länge synodischer Monate entstanden ist, deren 4ter Theil im Mittel $7^3/_8$ Tage beträgt; daß dagegen Beziehungen auf die Planetenreihen (die Folge ihrer Abstände von einander) sammt den Planetenstunden und -Tagen einer ganz andern Periode fortgeschrittener, theoretisirender Cultur angehören.

Ueber die Benennung der einzelnen Wochentage nach Planeten und über die Reihung und Folge der Planeten:

Saturn,
Jupiter,
Mars,
Sonne,
Venus,
Merkur und
Mond,

nach dem ältesten und am meisten verbreiteten Glauben (Geminus, elem. Astr. p. 4; Cicero, somn. Scip. cap. 4; Firmicus II, 4) zwischen der Fixstern-Sphäre und der fest stehenden Erde, als Centralkörper, sind drei *Meinungen aufgestellt worden: eine entnommen aus musikalischen Intervallen; eine andere aus der astrologischen Benennung der Planeten-*

; eine dritte aus der Vertheilung von je drei Decanen, oder drei Pla-
elche die Herren (domini) dieser Decane sind, unter die 12 Zeichen
kreises. Die beiden ersten Hypothesen finden sich in der merkwürdigen
Dio Cassius, in welcher er erläutern will (lib. XXXVII cap. 17),
e Juden den Tag des Saturn (unseren Sonnabend) nach ihrem Gesetze
Wenn man", sagt er, „das musikalische Intervall, welches διὰ τεσσάρων,
e, genannt wird, auf die 7 Planeten nach ihren Umlaufszeiten an-
und dem Saturn, dem äußersten von allen, die erste Stelle anweist;
an zunächst auf den vierten (die Sonne), dann auf den siebenten (den
und erhält so die Planeten in der Ordnung, wie sie als Namen der
ge auf einander folgen." (Den Commentar zu dieser Stelle liefert
, sur les Manuscrits grecs relatifs à la Musique 1847
vergl. auch Lobeck, Aglaophamus, in Orph. p. 941—946.)
e Erklärung des Dio Cassius ist von der periodischen Reihe der Pla-
en hergenommen. „Wenn man", setzt er hinzu, „die Stunden des
d der Nacht von der ersten (Tagesstunde) zu zählen beginnt; diese dem
ie folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne,
der Venus, die sechste dem Merkur, die siebente dem Monde beilegt:
Ordnung, welche die Aegypter den Planeten anweisen, und immer
n vorn anfängt; so wird man, wenn man alle 24 Stunden durch-
ist, finden, daß die erste des folgenden Tages auf die Sonne, die erste
n auf den Mond: kurz die erste eines jeden Tages auf den Planeten
h welchem der Tag benannt wird." Eben so nennt Paulus Alexandri-
astronomischer Mathematiker des vierten Jahrhunderts, den Regenten
chentages denjenigen Planeten, dessen Name auf die erste Tages-
t.

se Erklärungsweise von den Benennungen der Wochentage ist bisher
nein für die richtigere angesehen worden; aber Letronne: gestützt auf
ubre aufbewahrten, lange vernachlässigten Thierkreis des Bianchini,
n ich selbst im Jahr 1812 die Archäologen wegen der merkwürdigen
g eines griechischen und kirgisisch-tartarischen Thierkreises wiederum
n gemacht habe, hält eine dritte Erklärungsart, die Vertheilung von
neten auf ein Zeichen des Thierkreises, für die entsprechendste (Le-
observ. crit. et archéol. sur l'objet des représen-
zodiacales 1824 p. 97—99). Diese Planeten-Vertheilung
36 Decane der Dodekatomerie ist ganz die, welche Julius Firmicus
(II, 4) als „Signorum decani eorumque domini" beschreibt. Wenn
em Zeichen den Planeten sondert, welcher der erste der drei ist, so
die Folge der Planetentage in der Woche. (**Jungfrau:** Sonne,
erkur; **Wage:** Mond, Saturn, Jupiter; **Scorpion:** Mars,
enus; **Schütze:** Merkur .... können hier als Beispiel dienen
rsten Wochentage: dies *Solis*, *Lunae*, *Martis*, *Mercurii*.) Da
or die Chaldäer ursprünglich nur 5 Planeten (die sternartigen), nicht
so scheinen alle hier aufgeführte Combinationen, in denen mehr als 5

Planeten periodische Reihen bilden, wohl nicht eines alt-chaldäischen, sondern vielmehr sehr späten astrologischen Ursprungs zu sein (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec 1840 p. 29).

Ueber die Concordanz der Reihung der Planeten als Wochentage mit ihrer Reihung und Vertheilung unter die Decane in dem Thierkreis von Dendera wird es vielleicht einigen Lesern willkommen sein hier noch eine ganz kurze Erläuterung zu finden. Wenn man in der im Alterthum geltenden Planeten-Ordnung jedem Weltkörper einen Buchstaben giebt (Saturn a, Jupiter b, Mars c, Sonne d, Venus e, Merkur f, Mond g), und aus diesen 7 Gliedern die periodische Reihe

a b c d e f g, a b c d ...

bildet; so erhält man 1) durch Ueberspringung von zwei Gliedern, bei der Vertheilung unter die Decane, deren jeder 3 Planeten umfaßt (von welchen der erste jeglichen Zeichens im Thierkreise dem Wochentage seinen Namen giebt), die neue periodische Reihe

a d g c f b e, a d g c .....

das ist: dies Saturni, Solis, Lunae, Martis u. s. f.; 2) dieselbe neue Reihe

a d g c ....

durch die von Dio Cassius angegebene Methode der 24 Planetenstunden, nach welcher die auf einander folgenden Wochentage ihren Namen von dem Planeten entlehnen, welcher die erste Tagesstunde beherrscht: so daß man also abwechselnd ein Glied der periodischen, 7gliederigen Planetenreihe zu nehmen und 23 Glieder zu überspringen hat. Nun ist es bei einer periodischen Reihe gleichgültig, ob man eine gewisse Anzahl von Gliedern, oder diese Anzahl um irgend ein Multiplum der Gliederzahl der Periode (hier 7) vermehrt, überspringt. Ein Ueberspringen von 23 (= 3 . 7 + 2) Gliedern in der zweiten Methode, der Planetenstunden, führt also zu demselben Resultate als die erste Methode der Decane, in welcher nur zwei Glieder übersprungen wurden.

Es ist schon oben (Anm. 13) auf die merkwürdige Aehnlichkeit zwischen dem vierten Wochentage, dies Mercurii, dem indischen Budha-vâra und dem altsächsischen Wodânes-dag (Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1844 Bd. I. S. 114) hingewiesen worden. Die von William Jones behauptete Identität des Religionsstifters Buddha und des in nordischen Heldensagen wie in der nordischen Culturgeschichte berühmten Geschlechts von Odin oder Wuotan und Wotan wird vielleicht noch mehr an Interesse gewinnen, wenn man sich des Namens Wotan: einer halb mythischen, halb historischen Person, in einem Theile des neuen Continents erinnert, über die ich viele Notizen in meinem Werke über Monumente und Mythen der Eingebornen von Amerika (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. I. p. 208 und 382—384, T. II. p. 356) zusammengetragen habe. Dieser amerikanische Wodan ist nach den Traditionen der Eingeborenen von Chiapa und Soconusco Enkel des Mannes, welcher bei der großen Ueberschwemmung sich in *einem Nachen* rettete und das Menschengeschlecht erneuerte; er ließ große Bauwerke aufführen: während welcher (wie bei der mexicanischen Pyramide von

Sprachenverwirrung, Kampf und Zerstreuung der Volksstämme erfolgten.
ie ging auch (wie der Odins-Name im germanischen Norden) in das
esen der Eingeborenen von Chiapa über. Nach ihm wurde eine der
n Perioden genannt, deren 4 den Monat der Chiapaneken wie der Az-
ten. Während bei den Azteken die Namen und Zeichen der Tage von
nd Pflanzen hergenommen waren, bezeichneten die Eingeborenen von
igentlich Teochiapan) die Monatstage durch die Namen von 20 An-
welche, aus dem Norden kommend, sie so weit südlich geführt
ie 4 heldenmüthigsten: Wotan oder Wodan, Lambat, Been
ax eröffneten die kleinen Perioden fünftägiger Wochen, wie bei den
e Symbole der vier Elemente. Wotan und die anderen Heerführer
treitig aus dem Stamme der im siebenten Jahrhunderte einbrechenden
Ixtlilxochitl (sein christlicher Name war Fernando de Alva), der erste
chreiber seines (des aztekischen) Volkes, sagt bestimmt in den Hand-
die er schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts anfertigte, daß die
eochiapan und ganz Guatemala von einer Küste zur anderen von Tol-
lkert wurden; ja im Anfang der spanischen Eroberung lebte noch im
pixca eine Familie, welche sich rühmte, von Wotan abzustammen. Der
n Chiapa, Francisco Nuñez de la Vega, der in Guatemala einem
-Concilium vorstand, hat in seinem Preambulo de las Con-
nes diocesanas viel über die amerikanische Wotans-Sage ge-
Ob die Sage von dem ersten scandinavischen Odin (Odinn, Othinus)
an, welcher von den Ufern des Don eingewandert sein soll, eine histo-
ndlage habe, ist ebenfalls noch sehr unentschieden (Jacob Grimm,
: Mythologie Bd. I. S. 120—150). Die Identität des amerika-
d scandinavischen Wotan, freilich nicht auf bloße Klangähnlichkeit ge-
st noch eben so zweifelhaft als die Identität von Wuotan (Odinn) und
er die der Namen des indischen Religionsstifters und des Planeten

Existenz einer siebentägigen peruanischen Woche, welche so oft als eine
Aehnlichkeit der Zeiteintheilung in beiden Continenten angeführt wird,
ie schon der Pater Acosta (Hist. natural y moral de las
1591 lib. VI cap. 3), der bald nach der spanischen Eroberung Peru
ewiesen hat, auf einem bloßen Irrthum; und der Inca Garcilaso
ga berichtigt selbst seine frühere Angabe (Parte I. lib. II cap. 35),
eutlich sagt: daß in jedem der Monate, die nach dem Monde gerechnet
3 Festtage waren; und daß das Volk 8 Tage arbeiten solle, um am
ruhen (P. I. lib. VI cap. 23). Die sogenannten peruanischen Wochen
o von 9 Tagen. (S. meine Vues des Cordillères T. I.
48.)

S. 283.) Böckh im Philolaos S. 102 und 117.

S. 284.) In der Geschichte der Entdeckungen muß man die
t der eine Entdeckung gemacht wurde, von der ersten Veröffentlichung
unterscheiden. Durch Nichtachtung dieses Unterschiedes sind ver-

schiedene und irrige Zahlen in astronomische Handbücher übergegangen. So z. B. hat Huygens den 6ten Saturnstrabanten, Titan, am 25 März 1655 entdeckt (Hugenii Opera varia 1724 p. 523) und die Entdeckung erst am 5 März 1656 (Systema Saturnium 1659 p. 2) veröffentlicht. Huygens, welcher seit dem Monat März 1655 sich ununterbrochen mit dem Saturn beschäftigte, genoß schon der vollen unzweifelhaften Ansicht des offenen Ringes am 17 December 1657 (Syst. Sat. p. 21), publicirte aber seine wissenschaftliche Erklärung aller Erscheinungen (Galilei hatte an jeder Seite des Planeten nur zwei abstehende, kreisrunde Scheiben zu sehen geglaubt) erst im Jahre 1659.

17 (S. 285.) Kosmos, Bd. I. S. 62. Vergl. auch Encke in Schumacher's astronomischen Nachrichten Bd. XXVI. 1848 No. 622 S. 347.

18 (S. 291.) Böckh de Platonico syst. p. XXIV und im Philolaos S. 100. Die Planetenfolge, welche, wie wir eben gesehen (Anm. 14), zu der Benennung der Wochentage nach Planeten-Göttern Anlaß gegeben hat: die des Geminus, wird bestimmt von Ptolemäus (Almag. XI cap. 1) die älteste genannt. Er tadelt die Motive, nach denen „die Neueren Venus und Merkur jenseit der Sonne gesetzt haben".

19 (S. 291.) Die Pythagoreer behaupteten, um die Wirklichkeit der durch den Sphären-Umschwung hervorgebrachten Töne zu rechtfertigen: man höre nur da, wo sich Abwechselung von Laut und Schweigen finde. Aristot. de Coelo II, 9 pag. 290 n. 24 — 30 Bekker. Auch durch Betäubung wurde das Nicht-Hören der Sphärenmusik entschuldigt; Cicero de rep. VI, 18. Aristoteles selbst nennt die pythagorische Tonmythe artig und geistreich (*κομψὸν καὶ περιττῶς*), aber unwahr (l. c. no. 12—15).

20 (S. 291.) Böckh im Philolaos S. 90.

21 (S. 291.) Plato de republica X p. 617. Er schätzt die Planeten-Abstände nach zwei ganz verschiedenen Progressionen: einer durch Verdopplung, der anderen durch Verdreifachung: woraus die Reihe 1.2.3.4.9.8.27 entsteht. Es ist dieselbe Reihe, welche man im Timäus findet: da, wo von der arithmetischen Theilung der Weltseele (p. 35 Steph.), welche der Demiurgus vornimmt, gehandelt wird. Plato hat nämlich die beiden geometrischen Progressionen 1.2.4.8 und 1.3.9.27 zusammen betrachtet, und so abwechselnd jede nächstfolgende Zahl aus einer der zwei Reihen genommen: woraus die oben angeführte Folge 1.2.3.4.9..... entsteht. Vergl. Böckh in den Studien von Daub und Creuzer Bd. III. S. 34—43; Martin, études sur le Timée T. I. p. 384 und T. II. p. 64. (Vergl. auch Prevost sur l'âme d'après Platon in den Mémoires de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 90 und 97; denselben in der Bibliothèque britannique, sciences et arts T. XXXVII. 1808 p. 153.)

22 (S. 291.) S. die scharfsinnige Schrift des Prof. Ferdinand Piper: von der Harmonie der Sphären 1850 S. 12—18. Das vermeintliche Verhältniß von 7 Vocalen der alt-ägyptischen Sprache zu den 7 Planeten; und Gustav Seyffarth's, schon durch Zoega's und Völker's Untersuchungen widerlegte Auffassung von astrologischen vocalreichen Hymnen ägyptischer Priester:

nach Stellen des Pseudo-Demetrius Phalereus (vielleicht Demetrius aus Alexandrien), einem Epigramme des Eusebius und einem gnostischen Manuscripte in Leiden, ist von Ideler dem Sohne (Hermapion 1841 Pars I. p. 196—214) umständlich und mit kritischer Gelehrsamkeit behandelt worden. (Vergl. auch Lobeck, Aglaophamus T. II. p. 932.)

23 (S. 292.) Ueber die allmälige Entwickelung der musikalischen Ideen von Kepler s. Apelt's Commentar der Harmonice Mundi in seiner Schrift: Johann Keppler's Weltansicht 1849 S. 76—116. (Vergl. auch Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. I. p. 352—360.

24 (S. 292.) Kosmos Bd. II. S. 219.

25 (S. 292.) Tycho hat die krystallenen Sphären, in welche die Planeten eingeheftet sind, vernichtet. Kepler lobt das Unternehmen; aber er beharrt doch bei der Vorstellung, daß die Fixstern-Sphäre eine feste Kugelschale von 2 deutschen Meilen Dicke sei, an der 12 Fixsterne erster Größe glänzen, die alle in gleicher Weite von uns stehen und eine eigene Beziehung zu den Ecken eines Icosaëders haben. Die Fixsterne lumina sua ab *intus* emittunt; auch die Planeten hielt er lange für selbstleuchtend, bis ihn Galilei eines Besseren belehrte! Wenn er auch, wie mehrere unter den Alten und Giordano Bruno, alle Fixsterne für Sonnen wie die unsrige hielt; so war er doch der Meinung, die er erwogen, daß alle Fixsterne von Planeten umgeben seien, nicht so zugethan, als ich früher (Kosmos Bd. II. S. 226) behauptet habe. Vergl. Apelt a. a. O. S. 21—24.

26 (S. 292.) Erst im Jahr 1821 hat Delambre in der Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 314: in seinen astronomisch, aber nicht astrologisch, vollständigen Auszügen aus Kepler's sämmtlichen Werken p. 314—615, auf den Planeten aufmerksam gemacht, den Kepler zwischen Merkur und Venus vermuthete. „On n'a fait aucune attention à cette supposition de Kepler, quand on a formé des projets de découvrir la planète qui (selon une autre de ses prédictions) devait circuler entre Mars et Jupiter."

27 (S. 292.) Die merkwürdige Stelle über eine auszufüllende Kluft (hiatus) zwischen Mars und Jupiter findet sich in Kepler's Prodromus Dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium, 1596 p. 7: „Cum igitur hac non succederet, alia via, mirum quam audaci, tentavi aditum. Inter Jovem et Martem interposui novum Planetam, itemque alium inter Venerem et Mercurium, quos duos forte ob exilitatem non videamus, iisque sua tempora periodica ascripsi. Sic enim existimabam me aliquam aequalitatem proportionum effecturum, quae proportiones inter binos versus Solem ordine minuerentur, versus fixas augescerent: ut propior est Terra Veneri in quantitate orbis terrestris, quam Mars Terrae, in quantitate orbis Martis. Verum hoc pacto neque unius planetae interpositio sufficiebat ingenti hiatui Jovem inter et Martem; manebat enim Major Jovis ad illum novum *proportio, quam est* Saturni ad Jovem . . . Rursum alio modo

28 (S. 293.) Newtoni Opuscula mathematica, p
phica et philologica 1744 T. II. Opusc. XVIII. p. 246: „
musice divisam potius adhibui, non tantum quod cum phs
(lucis) optime convenit, sed quod fortasse aliquid circa colorum
nias (quarum pictores non penitus ignari sunt), sonorum conc
fortasse analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbi
advertenti affiniatem, quae est inter extimam Purpuram (Violar
rem) ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavae
(qui pro unisonis quodammodo haberi possunt) reperitur ...
auch Prevoſt in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 7

29 (S. 293.) Seneca, Nat. Quaest. VII, 13: „non ha
stellas quinque discurrere, sed solas observatas esse: ceterum
rabiles ferri per occultum.“

30 (S. 293.) Da mich die Erklärungen, welche von dem Urſprun
Alterthum ſo weit verbreiteten aſtronomiſchen Mythe der Proſelene
(de Arcadibus luna antiquioribus, in Opusc. acad
p. 332) gegeben hat, nicht befriedigen konnten; ſo war es mir eine gro
von meinem ſcharfſinnigen philologiſchen Freunde, Profeſſor Johanne
durch einfache Ideen-Combination, eine neue und ſehr glückliche Löſun
behandelten Problems zu erhalten. Es hängt dieſe Löſung weder mi
lender-Einrichtungen der Arkader noch mit ihrem Mond-Cultus zuſam
beſchränke mich hier auf den Auszug einer unedirten, mehr umfaſſend
In einem Werke, in welchem ich mir zum Geſetz gemacht habe, recht a

Ariſtoteles: die Barbaren, welche Arkadien bewohnten, ſeien von den
n Arkadern vertrieben worden, ehe der Mond erſchien; darum ſie auch
ηνοι genannt worden. Andere ſagen, Endymion habe die Umläufe des
S entdeckt; da er aber ein Arkader war, ſeien die Arkader nach ihm προ-
genannt worden. Tadelnd ſpricht ſich Lucian (astrolog. 26) aus.
m ſagen aus Unverſtand und aus Thorheit die Arkader, ſie ſeien früher
eſen als der Mond. In Schol. ad Aeschyl. Prom. 436 wird be-
προσελῦμενον heiße ὑβριζόμενον; woher denn auch die Arkader
ηνοι genannt werden, weil ſie übermüthig ſind. Die Stellen des Ovidius
s vormondliche Daſein der Arkader ſind allgemein bekannt. — In neueſter
ſogar der Gedanke aufgetaucht: das ganze Alterthum habe ſich von der
προσέληνοι täuſchen laſſen: das Wort (eigentlich προσέληνοι) bedeute
rhellenisch, da allerdings Arkadien ein pelasgiſches Land ſei."

Wenn nun nachgewieſen werden kann", fährt Profeſſor Franz fort, „daß
eres Volk ſeine Abſtammung mit einem anderen Geſtirn in Verbindung
ſo wird man der Mühe überhoben zu täuſchenden Etymologien ſeine Zu-
nehmen. Dieſe Art des Nachweiſes iſt aber in beſter Form vorhanden.
lehrte Rhetor Menander (um das Jahr 270 nach Chr.) ſagt wörtlich in
Schrift de encomiis (sect. II cap. 3 ed. Heeren), wie folgt: Als
Moment für das Loben des Gegenſtandes gilt die Zeit; dies iſt bei allem
n der Fall: wenn wir ausſagen von einer Stadt oder von einem Lande,
angebauet worden vor dem und dem Geſtirn, oder mit den Ge-
vor der Ueberſchwemmung oder nach der Ueberſchwemmung; wie die
behaupten, ſie ſeien mit der Sonne entſtanden, die Arkader vor dem
, die Delpher gleich nach der Ueberſchwemmung: denn dies ſind Abſätze
ichſam Anfangspunkte in der Zeit."

Alſo Delphi, deſſen Zuſammenhang mit der Deucalioniſchen Fluth auch
zeugt iſt (Pausan. X, 6), wird von Arkadien, Arkadien wird von Athen
ffen. Ganz übereinſtimmend hiermit drückt ſich der, ältere Muſter nach-
e Apollonius Rhodius IV, 261 aus, wo er ſagt, Aegypten ſei
n anderen Ländern bewohnt geweſen: „noch nicht kreiſten am Himmel die
e alle; noch waren die Danaer nicht da, nicht das Deucalioniſche Ge-
; vorhanden waren nur die Arkader: die, von denen es heißt, daß ſie vor
onde lebten, Eicheln eſſend auf den Bergen." Eben ſo ſagt Nonnus XLI
n ſyriſchen Beroë, es ſei vor der Sonne bewohnt geweſen."

Eine ſolche Gewohnheit, aus Momenten der Welt-Conſtruction Zeit-
ungen zu entnehmen, iſt ein Kind der Anſchauungs-Periode, in welcher
bilde noch mehr Lebendigkeit haben: und gehört zunächſt der genealogiſchen
Boeſie an. So iſt es ſelbſt nicht unwahrſcheinlich, daß die durch einen
hen Dichter beſungene Sage von dem Gigantenkampf in Arkadien, auf
ſich die oben angeführten Worte des alten Theodorus beziehen (den Einige
en Samothracier halten und deſſen Werk ſehr umfangreich geweſen ſein
Veranlaſſung zur Verbreitung des Epithetons προσέληνοι für die Ar-
geben habe."

Ueber den Doppelnamen: „Arkades Pelasgoi“ und den Gegensatz einer älteren und jüngeren Bevölkerung Arkadiens vergl. die vortreffliche Schrift: „der Peloponnesos“ von Ernst Curtius 1851 S. 160 und 180. Auch im Neuen Continent finden wir, wie ich an einem anderen Orte gezeigt (s. meine Kleinen Schriften Bd. I. S. 115), auf der Hochebene von Bogota den Völkerstamm der Muyscas oder Mozcas: welcher in seinen historischen Mythen sich eines proselenischen Alters rühmte. Die Entstehung des Mondes hängt mit der Sage einer großen Fluth zusammen, welche ein Weib, das den Wundernamen Botschika begleitete, durch ihre Zauberkünste veranlaßt hatte. Botschika verjagte das Weib (Huythaca oder Schia genannt). Sie verließ die Erde und wurde der Mond: „welcher bis dahin den Muyscas noch nie geleuchtet hatte“. Botschika, des Menschengeschlechts sich erbarmend, öffnete mit starker Hand eine steile Felswand bei Canoas, wo der Rio de Funzha sich jetzt im berufenen Wasserfall des Tequendama herabstürzt. Das mit Wasser gefüllte Thalbecken wurde dadurch trocken gelegt; — ein geognostischer Roman, der sich oft wiederholt: z. B. im geschlossenen Alpenthal von Kaschmir, wo der mächtige Entwässerer Kasyapa heißt.

31 (S. 294.) Karl Bonnet, Betrachtungen über die Natur, übersetzt von Titius, 2te Auflage 1772 S. 7 Note 2 (die erste Auflage war von 1766). In Bonnet's Urschrift ist ein solches Gesetz der Abstände gar nicht berührt. Vergl. auch Bode, Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 2te Aufl. 1772 S. 462).

32 (S. 295.) Da, nach Titius: den Abstand von der Sonne zum Saturn, damals dem äußersten Planeten, = 100 gesetzt, die einzelnen Abstände sein sollen:

Merkur	Venus	Erde	Mars	Kl. Plan.	Jupiter
4	7	10	16	28	52
100	100	100	100	100	100

nach der sogenannten Progression: 4, 4+3, 4+6, 4+12, 4+24, 4+48; so ergeben sich, wenn man die Entfernung des Saturn von der Sonne zu 197,3 Millionen geographischen Meilen anschlägt, in demselben Meilenmaaße von der Sonne:

	Abstände nach Titius in geogr. Meilen		wirkliche Abstände in geogr. Meilen	
Merkur	7,9	Millionen	8,0	Millionen
Venus	13,8	„	15,0	„
Erde	19,7	„	20,7	„
Mars	31,5	„	31,5	„
Kl. Plan.	55,2	„	55,2	„
Jupiter	102,6	„	107,5	„
Saturn	197,3	„	197,3	„
Uranus	386,7	„	396,7	„
Neptun	765,5	„	624,5	„

§. 295.) Wurm in Bode's astron. Jahrb. für das J. 1790
nd Bode: von dem neuen zwischen Mars und Jupiter
en achten Hauptplaneten des Sonnensystems 1802 S. 45.
umerischen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen
onne:

Merkur	387	Theile		
Venus	387	+	293 =	680
Erde	387	+	2.293 =	973
Mars	387	+	4.293 =	1559
Kl. Plan.	387	+	8.293 =	2731
Jupiter	387	+	16.293 =	5075
Saturn	387	+	32.293 =	9763
Uranus	387	+	64.293 =	19139
Neptun	387	+	128.293 =	37891

n den Grad der Genauigkeit dieser Resultate prüfen könne, folgen in
n Tafel noch einmal die wirklichen mittleren Abstände der Pla-
e man sie jetzt anerkennt, mit Beifügung der Zahlen, welche Kepler
Tychonischen Beobachtungen vor drittehalb-hundert Jahren für die
elt. Ich entlehne letztere der Schrift Newton's de Mundi Sy-
(Opuscula math., philos. et philol. 1744 T. II. p. 11):

Planeten	wirkliche Abstände	Resultate von Kepler
ur	0,38709	0,38806
s	0,72333	0,72400
. . . . .	1,00000	1,00000
. . . . .	1,52369	1,52350
. . . . .	2,66870	. . . . .
er	5,20277	5,19659
n	9,53885	9,51000
us	19,18239	. . . . .
un	30,03628	. . . . .

§. 297.) Die Sonne: welche Kepler, wahrscheinlich aus Enthusiasmus
vina inventa seines mit Recht berühmten Zeitgenossen William Gil-
magnetisch hielt, und deren Rotation in derselben Richtung wie die
r behauptete, ehe noch die Sonnenflecken entdeckt waren; die Sonne
ler im Comment. de motibus Stellae Martis (cap. 23)
stronomiae parsoptica (cap. 6) für „den dichtesten aller
: weil er die übrigen alle, die zu seinem Systeme gehören, bewegt."
§. 297.) *Newton de* Mundi Systemate in Opusculis
7: „*Corpora* Veneris et Mercurii majore Solis calore magis

concocta et coagulata sunt. Planetae ulteriores, defectu caloris, carent substantiis illis metallicis et mineris ponderosis quibus Terra referta est. Densiora corpora quae Soli propiora: ea ratione constabit optime pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires."

36 (S. 300.) Mädler, Astronomie § 193.

37 (S. 300.) Humboldt, de distributione geographica Plantarum p. 104 (Ansichten der Natur Bd. I. S. 131—133).

38 (S. 301.) „L'étendue entière de cette variation serait d'environ 12 degrés, mais l'action du Soleil et de la Lune la réduit à peu près à trois degrés (centésimaux.)." Laplace, exposition du Système du Monde p. 303.

39 (S. 301.) Ich habe an einem anderen Orte, durch Vergleichung zahlreicher mittlerer Jahres-Temperaturen, gezeigt, daß in Europa vom Nordcap bis Palermo dem Unterschied eines geographischen Breitengrades sehr nahe $0^0,5$ des hunderttheiligen Thermometers, in dem westlichen Temperatur-Systeme von Amerika aber (zwischen Boston und Charlestown) $0^0,9$ entsprechen; Asie centrale T. III. p. 229.

40 (S. 302.) Kosmos Bd. II. S. 250 Anm. 6.

41 (S. 302.) Laplace, expos. du Système du Monde (5ème éd.) p. 303, 345, 403, 406 und 408; derselbe in der Connaissance des tems pour 1811 p. 386; Biot, traité élém. d'Astr. physique T. I. p. 61, T. IV. p. 90—99 und 614—623.

42 (S. 302.) Garcilaso, Comment. Reales Parte I. lib. II. cap. 22—26; Prescott, hist. of the Conquest of Peru Vol. I. p. 126. Die Mexicaner hatten unter ihren 20 hieroglyphischen Tageszeichen ein besonderes geehrtes: ollin-tonatiuh, das der 4 Sonnenbewegungen, genannt, welches dem großen, alle $52 = 4 \times 13$ erneuerten Cyclus vorstand und sich auf den hieroglyphisch durch Fußtapfen ausgedrückten Weg der Sonne, die Solstitien und Aequinoctien durchschneidend, bezog. In dem schön gemalten aztekischen Manuscripte, das vormals in der Villa des Cardinals Borgia zu Velletri aufbewahrt ward und aus dem ich viel wichtiges entlehnt, befindet sich das merkwürdige astrologische Zeichen eines Kreuzes: dessen beigeschriebene Tageszeichen die Durchgänge der Sonne durch den Zenith der Stadt Mexico (Tenochtitlan), den Aequator und die Solstitial-Punkte vollständig bezeichnen würden, wenn die den Tageszeichen wegen der periodischen Reihen beigefügten Punkte (runde Scheiben) in allen drei Durchgängen der Sonne gleich vollzählig wären. (Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XXXVII No. 8; p. 164, 189 und 237.) Der der Sternbeobachtung leidenschaftlich ergebene König von Tezcuco, Nezahualpilli (ein Fastenkind genannt, weil der Vater lange vor der Geburt des erwünschten Sohnes fastete), hatte ein Gebäude errichtet, das Torquemada etwas kühn eine Sternwarte nennt und dessen Trümmer er noch sah (Monarquia Indiana lib. II. cap. 64.) In der Raccolta di Mendoza sehen wir einen Priester dargestellt (Vues des Cord. Pl. LVIII No. 8

p. 289), welcher die Sterne beobachtet: was durch eine punctirte Linie ausgedrückt ist, die vom beobachteten Stern zu seinem Auge geht.

43 (S. 304.) John Herschel on the astronomical Causes which may influence Geological phaenomena, in den Transact. of the geolog. Soc. of London 2d Ser. Vol. III. P. I. p. 298; derselbe in seinem treatise of Astronomy 1833 (Cabinet Cyclop. Vol. XLIII.) § 315.

44 (S. 304.) Arago im Annuaire pour 1834 p. 199.

45) (S. 304.) „Il s'ensuit (du théorème dû à Lambert) que la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terrre est la même en allant de l'équinoxe du printems à l'équinoxe d'automne qu'en revenant de celui-ci au premier. Le tems plus long que le Soleil emploie dans le premier trajet, est exactement compensé par son éloignement aussi plus grand; et les quantités de chaleur qu'il envoie à la Terre, sont les mêmes pendant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre hémisphère, boréal ou austral." Poisson sur la stabilité du système planétaire in der Connaissance des tems pour 1836 p. 54.

46 (S. 304.) Arago a. a. O. p. 200—204. „L'excentricité", sagt Poisson (a. a. O. p. 38 und 52), ayant toujours été et devant toujours demeurer très petite, l'influence des variations séculaires de la quantité de chaleur solaire reçue par la Terre sur la température moyenne paraît aussi devoir être très limitée. — On ne saurait admettre que l'excentricité de la Terre, qui est actuellement environ un soixantième, ait jamais été ou devienne jamais un quart, comme celle de Junon ou de Pallas."

47 (S. 305). Outlines of Astronomy § 432.

48 (S. 306.) A. a. O. § 548.

49 (S. 307.) S. Mädler's Versuch den Durchmesser der Vesta (66 geographische Meilen?) bei 1000maliger Vergrößerung zu bestimmen: in seiner Astronomie S. 218.

50 (S. 307.) In der früheren Ausgabe (Kosmos Bd. I. S. 66 war der Aequatorial-Halbmesser des Saturn zum Grunde gelegt.

51 (S. 307.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 186.

52 (S. 308.) Ich habe im Naturgemälde von der translatorischen Bewegung der Sonne umständlich gehandelt Kosmos Bd. I. S. 93—94 (vergl. auch Bd. III. S. 177).

Recht diesen Planeten wegen seines bisweilen so inten
mit dem Namen des stark funkelnden (στίλβων). Er b
(wechselnde Lichtgestalten) dar wie Venus, und erschein
wie diese als Morgen- und Abendstern.

Merkur ist in seiner mittleren Entfernung wenig über
geographischer Meilen von der Sonne entfernt, genau
Theile des mittleren Abstandes der Erde von der Son
der starken Excentricität seiner Bahn (0,2056163) wird
nung des Merkur von der Sonne im Perihel $6^1/_4$, in
Millionen Meilen. Er vollführt seinen Umlauf um die
87 mittleren Erdentagen und 23St 15′ 46″. Durch die,
Beobachtung der Gestalt von dem südlichen Horn der Siche
Auffindung eines dunkeln Streifens, welcher gegen Osten
zesten war, haben Schröter und Harting die Rotation
geschätzt.

Nach Bessel's Bestimmungen bei Gelegenheit des M
ganges vom 5 Mai 1832 beträgt der wahre Durchmess
graphische Meilen[11], d. i. 0,391 Theile des Erd-Durchm

Die Masse des Merkur war von Lagrange nach sel
Voraussetzungen über die Reciprocität des Verhältnisses
keiten und Abstände bestimmt worden. Durch den Enck
meten von kurzer Umlaufszeit wurde zuerst ein Mittel ge
wichtige Element zu verbessern. Die Masse des Planete
Encke als $\frac{1}{4865751}$ der Sonnenmasse oder etwa $\frac{1}{13,7}$ der E
setzt. Laplace gab[12] für die Masse des Merkur nach Lagra
an, aber die wahre Masse ist nur etwa $\frac{5}{12}$ von der Lagrang
wird durch diese Verbesserung auch zugleich die vorige
Angabe von der schnellen Zunahme der Dichtigkeit mit
eines Planeten an die Sonne widerlegt. Wenn man
den körperlichen Inhalt des Merkur zu $\frac{6}{100}$ der Erde a
folgt daraus die Dichtigkeit des Merkur nur als 1,
Bestimmungen", setzt mein Freund, der Urheber derse
„sind nur als erste Versuche zu betrachten: die sich indesse
heit weit mehr nähern als die Laplacische Annahme." D
keit des Merkur wurde vor 10 Jahren noch fast dreimal
die Dichte der Erde angenommen: zu 2,56 oder 2,94, we
= 1,00.

Venus.

Die mittlere Entfernung derselben von der Sonne ist
in Theilen der Entfernung der Erde von der Sonne, d. i. 1
geogr. Meilen. Die siderische oder wahre Umlaufszeit de
224 Tage 16St 49′ 7″. Kein Hauptplanet kommt der

als Venus: sie kann sich uns bis $5^1/_4$ Millionen Meilen nähern, aber auch von uns auf 36 Millionen Meilen entfernen; daher die große Veränderlichkeit des scheinbaren Durchmessers: welcher keineswegs allein die Stärke des Glanzes bestimmt[13]. Die Excentricität der Venusbahn ist nur 0,00686182: wie immer, in Theilen der halben großen Axe ausgedrückt. Der Durchmesser des Planeten beträgt 1694 geographischen Meilen; die Masse $\frac{1}{401839}$, der körperliche Inhalt 0,957 und die Dichtigkeit 0,94 in Vergleichung zur Erde.

Von den, durch Kepler nach seinen Rudolphinischen Tafeln zuerst verkündigten Durchgängen der zwei unteren Planeten ist der der Venus, wegen Bestimmung der Sonnen-Parallaxe und daraus hergeleiteter Entfernung der Erde von der Sonne, von der größten Wichtigkeit für die Theorie des ganzen Planetensystems. Nach Encke's erschöpfender Untersuchung des Venus-Durchganges von 1769 ist die Parallaxe der Sonne 8″,57116 (Berliner Jahrbuch für 1852 S. 323). Eine neue Arbeit über die Sonnen-Parallaxe ist auf den Vorschlag eines ausgezeichneten Mathematikers, des Prof. Gerling zu Marburg, auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika seit 1849 unternommen worden. Es soll die Parallaxe durch Beobachtungen der Venus in der Nähe des östlichen und westlichen Stillstandes, wie durch Micrometer-Messungen der Differenzen in Rectascension und Declination von wohlbestimmten Fixsternen, in bedeutenden Längen- und Breiten-Unterschieden, erlangt werden (Schumacher's astron. Nachrichten No. 599 S. 363 und No. 613 S. 193). Die astronomische Expedition unter Befehl des kenntnißvollen Lieutenants Gilliß hat sich nach Santiago de Chile begeben.

Die Rotation der Venus ist lange vielen Zweifeln unterworfen gewesen. Dominique Cassini 1669 und Jaques Cassini 1732 fanden sie 23St 20′, während Bianchini[14] in Rom 1726 die langsame Rotation von $24^1/_3$ Tagen annahm. Genauere Beobachtungen von de Vico in den Jahren 1840 bis 1842 geben durch eine große Anzahl von Venusflecken im Mittel 23St 21′ 21″,93.

Diese Flecken, an der Grenze der Scheidung zwischen Licht und Schatten in der sichelförmigen Venus, erscheinen selten, sind schwach und meist veränderlich: so daß beide Herschel, Vater und Sohn, glauben, daß sie nicht der festen Oberfläche des Planeten, sondern wahrscheinlicher einer Venus-Atmosphäre[15] angehören. Die veränderliche Gestalt der Hörner, besonders des südlichen, an der Sichel, ist von la Hire, Schröter und Mädler theils zu Schätzung der Höhe von Bergen, theils und vorzüglich zur Bestimmung der Rotation benutzt worden. Die Erscheinungen dieser Veränderlichkeit sind von der Art, daß sie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern von 5 geogr. Meilen (114000 Fuß), wie sie Schröter zu Lilienthal angab: sondern

nur Höhen, wie sie unser Planet in beiden Continenten darbietet.[16] Bei dem Wenigen, das wir von dem Oberflächen-Ansehen und der physischen Beschaffenheit der sonnennahen Planeten, Merkur und Venus, wissen: bleibt auch die von Christian Mayer, William Herschel[17] und Harding in dem dunklen Theile bisweilen beobachtete Erscheinung eines aschfarbenen Lichtes, ja eines eigenthümlichen Lichtprocesses überaus räthselhaft. Es ist bei so großer Ferne nicht wahrscheinlich, daß das reflectirte Erdlicht in der Venus, wie bei unserem Monde, eine aschfarbige Erleuchtung auf der Venus hervorbringe. In den Scheiben beider unteren Planeten, Merkur und Venus, ist bisher noch keine Abplattung bemerkt worden.

Erde.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist 12032mal größer als der Durchmesser der Erde: also 20682000 geogr. Meilen, ungewiß auf etwa 90000 Meilen (auf $\frac{1}{230}$). Der siderische Umlauf der Erde um die Sonne ist 365ᵀ 6ˢᵗ 9′ 10″,7496. Die Excentricität der Erdbahn beträgt 0,01679226, die Masse $\frac{1}{359551}$; die Dichtigkeit im Verhältniß zum Wasser 5,44. Bessel's Untersuchung von 10 Gradmessungen gab eine Erd-Abplattung von $\frac{1}{299,153}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen, zu 3807,23 Toisen, und die Aequatorial- und Polar-Durchmesser zu 1718,9 und 1713,1 geogr. Meilen (Kosmos Bd. I. S. 259 Anm. 100). Wir beschränken uns hier auf numerische Angaben von Gestalt und Bewegungen; alles, was sich auf die physische Beschaffenheit der Erde bezieht, bleibt dem letzten, tellurischen Theile des Kosmos vorbehalten.

Mond der Erde.

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 51800 geogr. Meilen; siderische Umlaufszeit 27 Tage 7ˢᵗ 43′ 11″,5; Excentricität der Mondbahn 0,0548442; Durchmesser des Mondes 454 geogr. Meilen, nahe $\frac{1}{4}$ des Erd-Durchmessers; körperlicher Inhalt $\frac{1}{54}$ des körperlichen Inhalts der Erde; Masse des Mondes nach Lindenau $\frac{1}{87,73}$ (nach Peters und Schidloffsky $\frac{1}{81}$) der Masse der Erde; Dichtigkeit 0,619 (also fast $\frac{3}{5}$) der Dichtigkeit der Erde. Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung: aber eine äußerst geringe, durch die Theorie bestimmte, Verlängerung (Anschwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um seine Achse wird vollkommen genau (und das ist wahrscheinlich der Fall bei allen anderen Nebenplaneten) in derselben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft.

Das von der Mondfläche reflectirte Sonnenlicht ist unter allen

Zonen schwächer als das Sonnenlicht, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Wenn man zu geographischen Längen-Bestimmungen oft Abstände des Mondes von der Sonne nehmen muß, ist es nicht selten schwer die Mondscheibe zwischen den licht-intensiveren Haufenwolken zu erkennen. Auf Berghöhen, die zwischen zwölf- und sechzehntausend Fuß hoch liegen: da, wo bei heiterer Bergluft nur federartiger Cirrus am Himmelsgewölbe zu sehen ist, wurde mir das Aufsuchen der Mondscheibe um vieles leichter, weil der Cirrus seiner lockeren Beschaffenheit nach weniger Sonnenlicht reflectirt und das Mondlicht auf seinem Wege durch dünne Luftschichten minder geschwächt ist. Das Verhältniß der Lichtstärke der Sonne zu der des Vollmondes verdient eine neue Untersuchung: da Bouguer's, überall angenommene Bestimmung ($\frac{1}{300000}$) so auffallend von der, freilich unwahrscheinlicheren, Wollaston's ($\frac{1}{800000}$) abweicht.[18]

Das gelbe Mondlicht erscheint bei Tage weiß, weil die blauen Luftschichten, durch welche wir es sehen, die Complementar-Farbe zum Gelb darbieten.[19] Nach den vielfachen Beobachtungen, die Arago mit seinem Polariscop angestellt, ist in dem Mondlichte polarisirtes Licht enthalten: am deutlichsten im ersten Viertel und in den grauen Mondflecken; z. B. in der großen, dunklen, bisweilen etwas grünlichen, Wallebene des sogenannten Mare Crisium. Solche Wallebenen sind meist mit Bergadern durchzogen, deren polyedrische Gestalt diejenigen Inclinations-Winkel der Flächen darbietet, welche zur Polarisation des reflectirten Sonnenlichts erforderlich sind. Der dunkle Farbenton der Umgegend scheint dazu durch Contrast die Erscheinung noch bemerkbarer zu machen. Was den leuchtenden Centralberg der Gruppe Aristarch betrifft, an dem man mehrmals thätigen Vulcanismus zu bemerken wähnte, so hat derselbe keine stärkere Polarisation des Lichts gezeigt als andere Mondtheile. In dem Vollmond wird keine Beimischung von polarisirtem Lichte bemerkt; aber während einer totalen Mondfinsterniß (31 Mai 1848) hat Arago in der roth gewordenen Mondscheibe (einem Phänomen, von dem wir weiter unten sprechen werden) unzweifelhafte Zeichen der Polarisation wahrgenommen (Comptes rendus T. XVIII. p. 1119).

Daß das Mondlicht wärmeerzeugend ist, gehört, wie so viele andere meines berühmten Freundes Melloni, zu den wichtigsten und überraschendsten Entdeckungen unseres Jahrhunderts. Nach vielen vergeblichen Versuchen, von la Hire an bis zu denen des scharfsinnigen Forbes[20], ist es Melloni geglückt, mittelst einer Linse (lentille à echelons) von drei Fuß Durchmesser, die für das meteorologische Institut am Vesuv-Kegel bestimmt war, bei verschiedenen Wechseln des Mondes die befriedigendsten Resultate der Temperatur-Erhöhung zu beobachten. Mosotti-Lavagna und Belli, Professoren der Universitäten *Pisa und Pavia*, waren Zeugen dieser Versuche, die nach

Maaßgabe des Alters und der Höhe des Mondes verschiede
fielen. Wie viel die Quantität der Temperatur-Erhöhung,
Melloni's thermoscopische Säule erzeugte, in Bruchtheilen eine
derttheiligen Thermometergrades ausgedrückt, betrage: wurde
(Sonner 1846) noch nicht ergründet.[21]

Das aschgraue Licht, in welchem ein Theil der Mon
leuchtet, wenn einige Tage vor oder nach dem Neumonde sie n
schmale, von der Sonne erleuchtete Sichel darbietet, ist Erde
im Monde, „der Wiederschein eines Wiederscheins". Je
der Mond für die Erde erleuchtet erscheint, desto mehr ist erle
die Erde für den Mond. Unser Planet bescheint aber den
13½mal stärker, als der Mond seinerseits ihn erleuchtet; un
Schein ist hell genug, um durch abermalige Reflexion v
wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterscheidet in den
grauen Lichte die größeren Flecken, und einzelne hellglänzende
Berggipfel in den Mondlandschaften; ja selbst dann noch einen
Schimmer, wenn die Scheibe schon etwas über die Hälfte er
ist.[22] Zwischen den Wendekreisen und auf den hohen Bergeben
Quito und Mexiko werden diese Erscheinungen besonders auf
Seit Lambert und Schröter ist die Meinung herrschend geworde
die so verschiedene Intensität des aschgrauen Lichtes des Mond
dem stärkeren oder schwächeren Reflex des Sonnenlichts herrüh
auf die Erdkugel fällt: je nachdem dasselbe von zusammenhan
Continental-Massen voll Sandwüsten, Grassteppen, tropische
dung und öden Felsbodens; oder von großen oceanischen
zurückgeworfen wird. Lambert hat in einem lichtvollen Comete
(14 Februar 1774) die merkwürdige Beobachtung einer Verän
des aschfarbenen Mondlichtes in eine olivengrüne, etwas ins
spielende Farbe gemacht. „Der Mond, der damals senkrech
dem atlantischen Meere stand, erhielt in seiner Nachtseite das
Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgege
von Südamerika zusendeten."

Der meteorologische Zustand unserer Atmosphäre modificir
Intensitäten des Erdlichts, welches den zwiefachen Weg von de
zum Monde und vom Monde zu unserem Auge zurücklegen muß.
werden wir", wie Arago[24] bemerkt, „wenn einst bessere photom
Instrumente anzuwenden sind, in dem Monde gleichsam den
leren Zustand der Diaphanität unserer Atmosphäre lesen kö
Die erste richtige Erklärung von der Natur des aschfarbenen
des Mondes schreibt Kepler (ad Vitellionem Paralipon
quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p
seinem, von ihm hoch verehrten Lehrer Mästlin zu, welcher
1596 in den zu Tübingen öffentlich vertheidigten Thesen vorge
hatte. Galilei sprach (Sidereus Nuncius p. 26) von dem

Erdlichte als von einer Sache, die er seit mehreren Jahren aufgefunden; aber hundert Jahre vor Kepler und Galilei war Erklärung des uns sichtbaren Erdlichts im Monde dem allessenden Genie des Leonardo da Vinci nicht entgangen. Seine vergessenen Manuscripte lieferten den Beweis davon.[25]

Bei den totalen Mondfinsternissen verschwindet der Mond in us seltenen Fällen gänzlich; so verschwand er nach Kepler's ier Beobachtung[26] am 9 December 1601: und in neuester Zeit, selbst durch Fernröhre aufgefunden zu werden, am 10 Juni 1816 ndon. Ein eigener, nicht genugsam ergründeter Diaphanitätsnd einzelner Schichten unserer Atmosphäre muß die Ursach dieser tenen als sonderbaren Erscheinung sein. Hevelius bemerkt auch, daß in einer totalen Finsterniß (am 25 April 1642) der el bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen bedeckt war: doch in den verschiedensten Vergrößerungen, die er anwandte, die scheibe spurlos verschwunden blieb. In anderen, ebenfalls sehr en Fällen werden nur einzelne Theile des Mondes schwach sicht-

Gewöhnlich sieht man die Scheibe während einer totalen Verung roth, und zwar in allen Graden der Intensität der Farbe: enn der Mond weit von der Erde entfernt ist, bis in das Feuerund Glühende übergehend. Während ich, vor einem halben underte (29 März 1801), vor Anker an der Insel Baru unfern igena de Indias lag und eine Total-Finsterniß beobachtete, war ir überaus auffallend, wie viel leuchtender die rothe Mondscheibe dem Tropenhimmel erscheint als in meinem nördlichen Vater-.[27] Das ganze Phänomen ist bekanntlich eine Folge der Strahlenung: da, wie Kepler sich sehr richtig ausdrückt (Paralip. ron. pars optica p. 893), die Sonnenstrahlen bei ihrem gange durch die Atmosphäre der Erde inflectirt[28] und in den tenkegel geworfen werden. Die geröthete oder glühende Scheibe rigens nie gleichförmig farbig. Einige Stellen zeigen sich immer er und dabei fortschreitend farbeändernd. Die Griechen hatten ine eigene, wundersame Theorie gebildet über die verschiedenen n, welche der verfinsterte Mond zeigen soll, je nachdem die rniß zu anderen Stunden eintritt.[29]

In dem langen Streite über die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrlichkeit einer atmosphärischen Umhüllung des Mondes haben geOccultations-Beobachtungen erwiesen, daß keine Strahlenbrechung Rondrande statt hat, und daß sich demnach die Schröter'schen hmen[30] einer Mond-Atmosphäre und Mond-Dämmerung legt finden. „Die Vergleichung der beiden Werthe des Mondnessers, welche man einerseits aus directer Messung, andererseits er Dauer des Verweilens vor einem Fixstern während der Beg ableiten kann, lehrt: daß das Licht eines Fixsterns in dem

Augenblick, in welchem letzterer den Mondrand berührt, nicht für uns merklich von seiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Wäre eine Strahlenbrechung am Rand des Mondes vorhanden, so müßte die zweite Bestimmung den Halbmesser um das Doppelte derselben kleiner ergeben als die erste; wogegen aber bei mehrfachen Versuchen beide Bestimmungen so nahe übereinkommen, daß man keinen entscheidenden Unterschied je hat auffinden können." [31] Der Eintritt von Sternen, welcher sich besonders scharf am dunklen Rande beobachten läßt, erfolgt plötzlich und ohne allmälige Verminderung des Sternglanzes; eben so der Austritt oder das Wiedererscheinen. Bei den wenigen Ausnahmen, die angegeben werden, mag die Ursach in zufälligen Veränderungen unserer Atmosphäre gelegen haben.

Fehlt nun dem Erdmonde jede gasförmige Umhüllung, so steigen dort bei Mangel alles diffusen Lichtes die Gestirne an einem fast schwarzen Taghimmel empor [32]; keine Luftwelle kann dort tragen den Schall, den Gesang und die Rede. Es ist der Mond für unsere Phantasie, die so gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überschweift, eine lautlose Einöde.

Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Klebens) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes [33] kann wohl nicht als Folge der Irradiation betrachtet werden: welche bei der schmalen Mondsichel, wegen einer so verschiedenen Intensität des Lichtes im aschfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, diesen allerdings als jenen umfassend dem Auge erscheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinsterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondscheibe während der Conjunction deutlichst kleben sehen. Ob überhaupt die hier berührte Erscheinung in der Empfindung und in physiologischen Ursachen [34], oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges [35] gegründet sei, ist ein Gegenstand der Discussion zwischen Arago und Plateau geblieben. Die Fälle, in denen behauptet wird, daß man ein Verschwinden und Wiedererscheinen, und dann ein abermaliges Verschwinden bei einer Occultation gesehen habe, mögen wohl den Eintritt an einem zufällig durch Bergabfälle und tiefe Klüfte verunstalteten Mondrand bezeichnen.

Die großen Unterschiede des Licht-Reflexes in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondscheibe, und besonders der Mangel scharfer Abgrenzung in den Mondphasen an dem inneren Rande gegen den aschfarbenen Theil hin, erzeugten in der frühesten Zeit schon einige verständige Ansichten über die Unebenheiten der Oberfläche unseres Satelliten. Plutarch in der kleinen, aber sehr merkwürdigen Schrift vom Gesicht im Monde sagt ausdrücklich: daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnden könne, „welche lange Schatten wie der Athos werfen, der mit den

Lemnos erreicht".[36] Die Flecken bedecken ohngefähr 2/5 der Scheibe. Mit bloßen Augen sind unter günstigen Verhältnissen Stellung des Mondes bei der Heiterkeit unserer Atmosphäre : der Rücken des Hochlandes der Apenninen, die dunkle e Grimaldi, das abgeschlossene Mare Crisium, der von ergrücken und Kratern umdrängte Tycho.[37] Nicht ohne inlichkeit ist behauptet worden, daß es besonders der Anblick nninen-Kette gewesen sei, welcher die Griechen veranlaßt Mondflecken für Berge zu halten: und dabei, wie eben be- es Schattens des Athos zu gedenken, welcher in den Sol- e eherne Kuh auf Lemnos erreichte. Eine andere, sehr phan- Meinung über die Mondflecken war die, von Plutarch bestrittene, anax: nach welcher die Mondscheibe, gleich einem Spiegel, die nd Umrisse unserer Continente und des äußeren (atlan- Meeres uns catoptrisch wiedergeben solle. Eine ganz ähnliche scheint in Vorder-Asien sich als Volksglaube noch erhalten .[38]

ch die sorgfältige Anwendung großer Fernröhre ist es all- lungen eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topo- des Mondes zu entwerfen; und da in der Opposition die ite des Erd-Satelliten sich ganz und auf einmal unseren gen darstellt, so wissen wir von dem allgemeinen und bloß n Zusammenhange der Berggruppen im Monde mehr als Drographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Asien den Erdhälfte. Der Regel nach sind die dunkleren Theile ibe die flächeren und niederen; die hellen, viel Sonnenlicht nden Theile die höheren und gebirgigen. Kepler's alte Be- beider als Meer und Land ist aber längst aufgegeben; wurde schon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn ver- Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegen- weifelt. Als mit der Anwesenheit von Wasserflächen streitend ptsächlich der Umstand angeführt, daß in den sogenannten des Mondes die kleinsten Theile sich bei genauer Unter- und sehr verschiedener Beleuchtung als völlig uneben, al- b und eben deshalb viel polarisirtes Licht gebend er- Arago hat gegen die Gründe, welche von den Unebenheiten men sind, erinnert: daß einige dieser Flächen trotz der Un- n doch einem mit Wasser bedeckten, nicht allzu tiefen Meeres- gehören könnten: da auf unserem Planeten der unebene, olle Boden des Oceans, von einer großen Höhe herab ge- egen des Uebergewichts des aus der Tiefe aufsteigenden ber die Intensität desjenigen, welches die Oberfläche des rückstrahlt) deutlich gesehen werde (Annuaire de Bureau *git. pour 1836 p.* 339—343). In den bald erscheinenden

Werken meines Freundes, seiner Astronomie und Photometrie, wird die wahrscheinliche Abwesenheit des Wassers auf unserem Satelliten aus anderen, hier nicht zu entwickelnden, optischen Gründen hergeleitet werden. Von den niederen Ebenen finden sich die größeren Flächen in dem nördlichen und östlichen Theile. Die meiste Ausdehnung (90000 geogr. Quadratmeilen) hat unter ihnen der, nicht scharf begrenzte Oceanus Procellarum. Mit dem Mare Imbrium (16000 Quadratmeilen), dem Mare Nubium und einigermaßen mit dem Mare Humorum in Verbindung stehend und inselförmige Berglandschaften (die Riphäen, Kepler, Copernicus und die Karpathen) umgebend: bildet dieser östliche, dunklere Theil der Mondscheibe den entschiedensten Gegensatz zu der lichtstrahlenderen südwestlichen Gegend, in welcher Berge an Berge gedrängt sind.[39] In der nordwestlichen Region zeigen sich zwei mehr geschlossene und isolirte Becken, das Mare Crisium (3000 Quadratmeilen) und das Mare Tranquillitatis (5800 Q. M.

Die Farbe dieser sogenannten Meere ist nicht bei allen die graue. Das Mare Crisium hat ein Grau mit Dunkelgrün vermischt, das Mare Serenitatis und Mare Humorum sind ebenfalls grün. Nahe bei dem hercynischen Gebirge zeigt dagegen die isolirte Umwallung Lichtenberg eine blaßröthliche Farbe, eben so Palus Somnii. Ringflächen ohne Centralberge haben meist eine dunkel stahlgraue, ins Bläuliche spielende Farbe. Die Ursachen dieser so verschiedenen Farbentöne des felsigen Erdreichs oder anderer lockerer Stoffe, die es bedecken, sind überaus räthselhaft. So wie nördlich vom Alpengebirge eine große Wallebene, Plato (bei Hevel Lacus niger major genannt), und noch mehr Grimaldi in der Aequatorial-Gegend und Endymion am nordwestlichen Rande, die drei dunkelsten Stellen der ganzen Mondscheibe sind; so ist Aristarch mit seinen in der Nachtseite bisweilen fast sternartig leuchtenden Punkten die hellste und glänzendste derselben. Alle diese Abwechselungen von Schatten und Licht afficiren eine iodirte Platte, und werden in Daguerreotypen unter starker Vergrößerung mit wunderbarer Treue dargestellt. Ich besitze selbst ein solches Mond-Lichtbild von zwei Zoll Durchmesser, in welchem man die sogenannten Meere und Ringgebirge deutlich erkennt; es ist von einem ausgezeichneten Künstler, Herrn Whipple zu Boston, angefertigt.

Wenn nun schon in einigen der Meere (Crisium, Serenitatis und Humorum) die Kreisform auffallend ist; so wiederholt sich dieselbe noch mehr, ja fast allgemein, in dem gebirgigen Theile der Mondscheibe: besonders in der Gestaltung der ungeheuren Gebirgsmassen, welche die südliche Halbkugel (vom Pole bis gegen den Aequator hin, wo die Masse in eine Spitze ausläuft) erfüllen. Viele der ringförmigen Erhebungen und Wallebenen (die größten haben nach

Lohrmann über tausend Quadratmeilen) bilden zusammenhangende Reihen: und zwar in der Meridian-Richtung, zwischen 5° und 40° südlicher Breite.[40] Die nördliche Polargegend enthält vergleichungsweise nur in sehr geringem Maaße diese zusammengedrängten Bergringe. Sie bilden dagegen in dem westlichen Rande der nördlichen Halbkugel zwischen 20 und 50 Grad nördlicher Breite eine zusammenhangende Gruppe. Dem Nordpol selbst nahet sich bis auf wenige Grade das Mare Frigoris; und es bietet derselbe dadurch, wie der ganze ebene nordöstliche Raum, bloß einige isolirte ringförmige Berge (Plato, Mairan, Aristarch, Copernicus und Kepler) umschließend, einen großen Contrast mit dem ganz gebirgigen Südpol. An diesem glänzen hohe Gipfel, im eigentlichsten Sinne des Worts, ganze Lunationen hindurch in ewigem Lichte; es sind wahre Lichtinseln, die schon bei schwacher Vergrößerung erkannt werden.[41]

Als Ausnahmen von diesem, auf dem Monde so allgemein herrschenden Typus kreis- und ringförmiger Gestaltung treten wirkliche Gebirgsketten fast in der Mitte der nördlichen Mondhälfte [Apenninen, Caucasus und Alpen) auf. Sie ziehen sich von Süden gegen Norden, in einem flachen Bogen etwas westlich gekrümmt, durch fast 32 Breitengrade. Zahllose Bergrücken und zum Theil überaus spitze Gipfel drängen sich hier zusammen. Wenige Ringgebirge oder kraterartige Vertiefungen (Conon, Hadley, Calippus) sind eingemengt, und das Ganze gleicht mehr der Gestaltung unserer Bergketten auf der Erde. Die Mond-Alpen, welche an Höhe dem Caucasus und den Apenninen des Mondes nachstehen, bieten ein wunderbar breites Queerthal, das die Kette von SO gegen NW durchschneidet, dar. Es ist von Gipfeln umgeben, welche die Höhe des Pics von Teneriffa übertreffen.

Die relative Höhe der Erhebungen im Verhältniß zu den Durchmessern des Mondes und der Erde giebt das merkwürdige Resultat: daß, da bei dem 4mal kleineren Satelliten die höchsten Gipfel nur 600 Toisen niedriger als die der Erde sind, die Mondberge $\frac{1}{454}$, die Berge auf der Erde aber $\frac{1}{1481}$ des planetarischen Durchmessers betragen.[42] Unter den 1095 bereits gemessenen Höhenpunkten auf dem Monde finde ich 39 höher als den Montblanc (2462 Toisen) und 6 höher als 18000 Pariser Fuß. Die Messungen geschehen entweder durch Licht-Tangenten (durch Bestimmung des Abstandes der in der Nachtseite des Mondes als Lichtpunkte erleuchteten Berggipfel von der Lichtgrenze), oder durch Länge der Schatten. Der ersten Methode bediente sich schon Galilei, wie aus seinem Briefe an den Pater Grienberger über die Montuosità della Luna erhellt.

Nach Mädler's sorgfältigen Bergmessungen mittelst der Länge der Schatten *sind die Culminationspunkte* des Mondes in absteigender

Folge am Südrande, dem Pole sehr nahe, Dörfel und Leibnitz, 3800 Toisen; das Ringgebirg Newton: wo ein Theil der tiefen Aushöhlung nie, weder von der Sonne noch von der Erdscheibe, beschienen wird, 3727 Toisen; Cafatus östlich von Newton 3569 T., Calippus in der Caucasus-Kette 3190 T., die Apenninen zwischen 2800 und 3000 T. Es muß hier bemerkt werden, daß bei dem gänzlichen Mangel einer allgemeinen Niveau-Linie (der Ebene gleichen Abstandes von dem Centrum eines Weltkörpers, wie uns auf unserem Planeten die Meeresfläche darbietet) die absoluten Höhen nicht streng unter einander zu vergleichen sind, da die hier gegebenen 6 numerischen Resultate eigentlich nur Unterschiede der Gipfel von den nächsten sie umgebenden Ebenen oder Tiefpunkten ausdrücken.[49] Auffallend ist es immer, daß Galilei die höchsten Mondgebirge ebenfalls „ineiren miglia quatro", also ungefähr 1 geogr. Meile (3800 T.), schätzte und sie nach dem Maaß seiner hypsometrischen Kenntnisse für höher hielt als alle Berge der Erde.

Eine überaus merkwürdige und räthselhafte Erscheinung, welche die Oberfläche unseres Satelliten darbietet, und welche nur optisch einen Licht-Reflex, nicht hypsometrisch eine Höhenverschiedenheit betrifft: sind die schmalen Lichtstreifen, die in schräger Beleuchtung verschwinden, im Vollmonde aber, ganz im Gegensatz mit den Mondflecken, als Strahlen-Systeme am sichtbarsten werden. Sie sind nicht Bergadern, werfen keinen Schatten, und laufen in gleicher Intensität des Lichtes aus den Ebenen bis zu Höhen von mehr als zwölftausend Fuß. Das ausgedehnteste dieser Strahlen-Systeme geht von Tycho aus: wo man mehr als hundert, meistens einige Meilen breite, Lichtstreifen unterscheiden kann. Aehnliche Systeme, welche den Aristarch, Kepler, Copernicus und die Karpathen umgeben, stehen fast alle in Zusammenhang unter einander. Es ist schwer, durch Analogien und Induction geleitet, zu ahnden, welche specielle Veränderung des Bodens diese leuchtenden, von gewissen Ringgebirgen ausgehenden, bandartigen, lichtvollen Strahlen veranlaßt.

Der mehrfach erwähnte, auf der Mondscheibe fast überall herrschende Typus kreisförmiger Gestaltung (in den Wallebenen, die oft Centralberge umschließen; in den großen Ringgebirgen und ihren Kratern: deren in Bayer 22, in Albategnius 33 an einander gedrängt gezählt werden) mußte einen tiefen Denker wie Robert Hooke früh schon veranlassen eine solche Form der Reaction des Inneren des Mondkörpers gegen das Aeußere: „der Wirkung unterirdischer Feuer und elastischer, durchbrechender Dämpfe, ja einer Ebullition in aufbrechenden Blasen" zuzuschreiben. Versuche mit verdickten siedenden Kalk-Auflösungen schienen ihm seine Ansicht zu *bestätigen; und* die Umwallungen mit ihren Centralbergen wurden *damals schon* mit „den Formen des Aetna, des Pics von Teneriffa,

und der von Gage beschriebenen Vulkane von Mexico"
.[44]

Galilei hatte, wie er selbst erzählt, eine ringförmige Wall-
Mondes, wahrscheinlich ihrer Größe wegen, an die Gestal-
zer mit Bergen umgebener Länder erinnert. Ich habe eine
fgefunden[45], in der er jene ringförmigen Wallebenen des
mit dem großen geschlossenen Becken von Böhmen vergleicht.
der Wallebenen sind in der That nicht viel kleiner; denn sie
en Durchmesser von 25 bis 30 geogr. Meilen.[46] Dagegen
ten die eigentlichen Ringgebirge im Durchmesser kaum 2
eilen. Conon in den Apenninen hat deren 2; und ein
welcher zu der leuchtenden Mondlandschaft des Aristarch
oll in der Breite gar nur 400 Toisen Durchmesser darbieten:
Hälfte des von mir trigonometrisch gemessenen Kraters von
pincha im Hochlande von Quito.

m wir hier bei Vergleichungen mit uns wohlbekannten irdi-
urerscheinungen und Größenverhältnissen verweilen, ist es
bemerken, daß der größere Theil der Wallebenen und
birge des Mondes zunächst als Erhebungs-Krater ohne
ernde Eruptions-Erscheinungen im Sinne der Annahme
old von Buch zu betrachten sind. Was wir nach europäischem
e groß auf der Erde nennen: die Erhebungs-Krater von
onfina, Palma, Teneriffa und Santorin; verschwindet frei-
Ptolemäus, Hipparch und viele andere des Mondes.
ebt nur 3800, Santorin nach Cap. Graves neuer Messung
eneriffa höchstens 7600 Toisen Durchmesser: also nur $^1/_8$
der zwei eben genannten Erhebungs-Krater des Mondes.
en Krater des Pics von Teneriffa und Vesuvs (drei- bis
rt Fuß im Durchmesser) würden kaum durch Fernröhre ge-
den können. Die bei weitem größere Zahl der Ring-
it keinen Centralberg; und wo er sich findet, wird er als
g, oder flach (Hevelius, Macrobius), nicht als Erup-
egel mit Oeffnung, beschrieben.[47] Der brennenden Vul-
man in der Nachtseite des Mondes gesehen haben will
783); der Lichterscheinungen im Plato, welche Bianchini
t 1725) und Short (22 April 1751) beobachteten: erwähnen
nur in historischem Interesse, da die Quellen der Täuschung
ründet sind, und in dem lebhafteren Reflex des Erdenlichts
elches gewisse Theile der Oberfläche unseres Planeten auf
bene Nachtseite des Mondes werfen.[48]

hat schon mehrmals und gewiß mit Recht darauf aufmerk-
cht, daß bei dem Mangel von Wasser auf dem Monde (auch
n: *sehr schmale, meist* geradlinige Vertiefungen[49], sind keine
uns die Oberfläche desselben ohngefähr so beschaffen vor-

stellen müssen, wie es die Erde in ihrem primitiven, ältesten Zustande gewesen ist: als dieselbe noch unbedeckt war von muschelreichen Flözschichten, wie von Gerölle und Schuttland, das durch die fortschaffende Kraft der Ebbe und Fluth oder der Strömungen verbreitet worden ist. Sonnen- und Erdfluthen fehlen natürlich da, wo das flüssige Element mangelt; kaum schwache Ueberdeckungen von zerstörten Reibungs-Conglomeraten sind denkbar. In unseren, auf Spaltöffnungen gehobenen Bergketten fängt man allmälig auch an partielle Gruppirungen von Höhen, gleichsam eiförmige Becken bildend, hier und da zu erkennen. Wie ganz anders würde uns die Erdoberfläche erscheinen, wenn dieselbe von den Flöz- und Tertiär-Formationen wie von dem Schuttlande entblößt wäre!

Der Mond belebt und verherrlicht, mehr als alle andere Planeten, durch Verschiedenheit seiner Phasen und durch den schnelleren Wechsel seiner relativen Stellung am Sternenhimmel, unter jeglicher Zone den Anblick des Firmaments; er leuchtet erfreuend dem Menschen und (vornämlich in den Urwäldern der Tropenwelt) den Thieren des Waldes[50]. Der Mond, durch die Anziehungskraft, die er gemeinschaftlich mit der Sonne ausübt, bewegt unsere Oceane, das Flüssige auf der Erde; verändert allmälig durch periodische Anschwellung der Oberfläche und die zerstörenden Wirkungen der Fluth den Umriß der Küsten; hindert oder begünstigt die Arbeit des Menschen; liefert den größten Theil des Materials, aus dem sich Sandsteine und Conglomerate bilden: welche dann wiederum von den abgerundeten, losen Geschieben des Schuttlandes bedeckt sind.[51] So fährt der Mond, als eine der Quellen der Bewegung, fort auf die geognostischen Verhältnisse unseres Planeten zu wirken. Der unbestreitbare[52] Einfluß des Satelliten auf Luftdruck, wässrige Niederschläge und Wolkenzerstreuung wird in dem letzten, rein tellurischen Theile des Kosmos behandelt werden.

Mars.

Durchmesser des Planeten nur 0,519 Theile des Erd-Durchmessers (trotz seines schon beträchtlicheren Abstandes von der Sonne) oder 892 geogr. Meilen. Excentricität der Bahn, 0,0932168: unter den alten Planeten nächst dem Merkur die stärkste; und auch deshalb, wie durch Nähe zur Erde die geeignetste zu Kepler's großer Entdeckung der planetarischen elliptischen Bahnen. Rotation[53] nach Mädler und Wilhelm Beer 24 St. 37′ 23″. Sidirische Umlaufszeit um die Sonne 1 Jahr 321 Tage 17 St. 30′ 41″. Die Neigung der Marsbahn gegen den Erd-Aequator ist 24° 44′ 24″, die Masse $\frac{1}{2680337}$, die Dichtigkeit in Vergleich mit der der Erde 0,958. Wie die große Annäherung des Enckischen Cometen dazu benutzt worden

Masse des Merkur zu ergründen, so wird auch die Masse des einst durch die Störungen berichtigt werden, welche der Comet Vico durch ihn erleiden kann.

Die Abplattung des Mars, die (sonderbar genug) der große Bremer Astronom dauernd bezweifelte, ist zuerst von William Herschel (1784) anerkannt worden. Ueber die Quantität dieser Abplattung aber hat lange Ungewißheit geherrscht. Sie wurde angegeben von William Herschel zu $\frac{1}{16}$; nach Arago's genauerer Messung[54] mit einem prismatischen Fernrohr von Rochon nur: zuerst (vor 1824) im Verhältniß von 189 : 194, d. i. $\frac{1}{38{,}8}$; in späterer Messung (1847) jedoch ist Arago geneigt die Abplattung noch für etwas größer zu halten.

Wenn das Studium der Mond-Oberfläche an viele geognostische Kenntnisse der Oberfläche unseres Planeten erinnert; so sind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologischer Art. Außer den dunklen Flecken: von denen einige schwärzere, andere, aber in sehr geringer Zahl, gelbroth[55], und von der Farbe sogenannter Seen[56] umgeben sind; deren auf der Marsscheibe noch: sei es an den Polen, welche die Rotations-Achse bestimmt, sei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechselnd zwei weiße, schneeglänzende Flecken.[57] Es sind diese schon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen auf dem Planeten ist von Herschel dem Vater in dem 74ten Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beschrieben worden. Die weißen Flecken werden wechselsweise größer oder kleiner, je nachdem sich jedesmal sich seinem Winter oder seinem Sommer nähert. Arago hat mit einem Polariscop die Intensität des Lichtes dieser Schnee-Zone des Mars gemessen, und dieselbe zweimal größer als die Lichtstärke der übrigen Scheibe gefunden. In den physikalisch-astronomischen Beiträgen von Mädler und Beer sind vortreffliche graphische Darstellungen[58] der Nord- und Süd-Halbkugel des Mars enthalten; diese merkwürdige, im ganzen Planetensystem einzige Erscheinung ist darin nach allen Veränderungen der Jahreszeiten und der daraus folgenden Wirkung des Polar-Sommers auf den wegschmelzenden Schnee durch Messungen ergründet worden. Sorgfältige zehnjährige Beobachtungen haben auch gelehrt, daß die dunklen Marsflecken auf dem Planeten selbst ihre Gestalt und relative Lage constant beibehalten. Die periodische Erzeugung von Schneeflecken, als meteorischen, von der Temperatur-Wechsel abhängigen Niederschlägen; und einige optische Phänomene, welche die dunklen Flecken darbieten, sobald sie durch die Rotation des Planeten an den Rand der Scheibe gelangen: machen *die Existenz einer Mars-Atmosphäre mehr als wahrscheinlich.*

Die Kleinen Planeten.

Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewissermaßen zwischen Mars und Jupiter eine scheidende Zone für die 4 inneren (Merkur, Venus, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unsres Sonnengebietes bildet, haben wir schon in den allgemeinen Betrachtungen [59] über planetarische Körper die Gruppe der Kleinen Planeten (Asteroiden, Planetoiden, Coplaneten, teleſcopiſchen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieselbe den abweichendsten Charakter durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und übermäßig excentrischen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit: da der Durchmesser der Vesta selbst nicht den 4ten Theil des Durchmessers des Merkur zu erreichen scheint. Als der erste Band des Kosmos 1845 erschien, waren nur 4 der Kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Vesta: entdeckt von Piazzi, Olbers und Harding (1 Jan. 1801 bis 29 März 1807), bekannt; jetzt (im Juli 1851) ist die Zahl der Kleinen Planeten schon auf 14 angewachsen [s. Zus. am Schluß dieses Bandes]; sie sind der Zahl nach der dritte Theil aller gleichzeitig bekannten 43 planetarischen Körper, d. i. aller Haupt- und Nebenplaneten.

Wenn lange im Sonnengebiete die Aufmerksamkeit der Astronomen auf Vermehrung der Glieder partieller Syſteme (der Monde, welche um Hauptplaneten kreisen), und auf die jenseits des Saturn und Uranus in den fernsten Regionen zu entdeckenden Planeten gerichtet war; so bietet jetzt seit dem zufälligen Auffinden der Ceres durch Piazzi und besonders seit dem beabsichtigten Auffinden der Asträa durch Hencke, wie seit der großen Vervollkommnung von Sternkarten [60] (die der Berliner Akademie enthalten alle Sterne bis zur 9ten und theilweise bis zur 10ten Größe) ein uns näherer Weltraum das reichste, vielleicht unerschöpfliche Feld für astronomische Arbeitsamkeit dar. Es ist ein besonderes Verdienst des aſtronomiſchen Jahrbuchs, das in meiner Vaterstadt von Encke, dem Director der Berliner Sternwarte, unter Mitwirkung des Dr. Wolfers, herausgegeben wird, daß darin die Ephemeriden der anwachsenden Schaar von kleinen Planeten mit ganz besonderer Vollständigkeit behandelt werden. Bisher erscheint die der Marsbahn nähere Region allerdings am meisten gefüllt; aber schon die Breite dieser gemessenen Zone ist, „wenn man den Unterschied der Radien-Vectoren in der nächsten Sonnennähe (Victoria) und der weitesten Sonnenferne (Hygiea) ins Auge faßt, beträchtlicher als der Sonnen-*Abſtand des Mars*“. [61]

Die Excentricitäten der Bahnen: von denen Ceres, Egeria und

lesta die kleinste; Juno, Pallas und Iris die größte haben: sind, ie die Neigung gegen die Ekliptik, welche von Pallas (34° 37′) nd Egeria (16° 33′) bis Hygiea (3° 47′) abnimmt, bereits oben [62] erührt worden. Es folgt hier (S. 344) eingeschaltet die tabellarische ebersicht der Elemente der Kleinen Planeten, die ich meinem Freunde, errn Dr. Galle, verdanke.

Das gegenseitige Verhalten der Asteroiden-Bahnen und die Auf- ihlung der einzelnen Bahnpaare ist der Gegenstand scharfsinniger ntersuchungen zuerst (1848) von Gould [63], ganz neuerlich von d'Arrest eworden. „Es scheint", sagt der Letztere, „am meisten für die innige erbindung der ganzen Gruppe kleiner Planeten zu zeugen, daß, enn man sich die Bahnen in ihren natürlichen Verhältnissen körper- ch wie Reifen dargestellt denkt, sie alle dergestalt in einander hangen, aß man vermittelst einer beliebigen die ganze Gruppe herausheben nnte. Wäre Iris, welche Hind im August 1847 auffand, uns zu- illig noch unbekannt, wie gewiß noch viele andere Weltkörper in ner Region es sind, so bestände die Gruppe aus zwei gesonderten heilen: — ein Ergebniß, das um so unerwarteter erscheinen muß, ls die Zone weit ist, welche diese Bahnen im Sonnensysteme er- illen." [64]

Wir können diesen wundersamen Planetenschwarm nicht verlassen, hne in dieser fragmentarischen Aufzählung der einzelnen Glieder des onnengebietes der kühnen Ansicht eines vielbegabten, tiefforschenden stronomen über den Ursprung der Asteroiden und ihrer einander urchschneidenden Bahnen zu erwähnen. Ein aus den Rechnungen on Gauß gezogenes Ergebniß, daß Ceres bei ihrem aufsteigenden urchgang durch die Ebene der Pallasbahn diesem letzteren Planeten beraus nahe kommt, leitete Olbers auf die Vermuthung: „es nnten beide Planeten, Ceres und Pallas, Fragmente eines ein- gen, durch irgend eine Naturkraft zerstörten, vormals die weite ücke zwischen Mars und Jupiter ausfüllenden, großen Hauptplaneten in; und man habe in derselben Region einen Zuwachs von ähn- chen Trümmern, die eine elliptische Bahn um die Sonne beschreiben, t erwarten." [65]

Die Möglichkeit, die Epoche einer solchen Weltbegebenheit, elche zugleich die Epoche der Entstehung der Kleinen Planeten sein ll, durch Rechnung zu bestimmen: bleibt bei der Verwickelung, elche die jetzt schon bekannte große Zahl der „Trümmer", die Secular- errückungen der Apsiden und die Bewegung der Knotenlinien er- ugen, auch annäherungsweise mehr als zweifelhaft. [66] Olbers be- ichnete die Gegend der Knotenlinie der Ceres- und Pallasbahn als ltsprechend dem nördlichen Flügel der Jungfrau und dem eftirne des *Wallfisches*. In letzterem wurde allerdings von Harding *die Juno, kaum* zwei Jahre nach der Entdeckung der Pallas-

Elemente der 14 Kleinen Planeten, für die Zeiten ihrer Oppositionen in der Nähe des Jahres 1851.

	Flora	Victoria	Vesta	Iris	Metis	Hebe	Parthenope	Asträa	Egeria	Irene	Juno	Ceres	Pallas	Hygiea
	1852	1850	1851	1851	1851	1851	1851	1851	1852	1851	1851	1851	1851	1851
E	März 24	Oct. 0	Juni 9	Oct. 1	Febr. 8	Juli 12	Oct. 22,0	Apr. 29,5	Mz. 15,0	Juli 1,0	Juni 11,5	Dec. 30,0	Nov. 5,0	Sept. 28,5
L	174° 45′	342° 18′	256° 38′	18° 36′	126° 28′	311° 39′	17° 51′	197° 37′	162° 29′	234° 15′	276° 0′	150° 33′	72° 35′	356° 45′
π	82 51	301 57	250 32	41 22	71 7	15 17	317 5	135 43	118 17	179 10	54 20	147 59	121 23	228 2
Ω	110 21	235 28	103 22	259 44	68 29	138 31	124 59	141 28	43 18	86 51	170 55	50 49	172 45	287 38
i	5 53	8 23	7 8	5 28	5 36	14 47	4 37	5 19	16 33	9 6	13 3	10 37	34 37	3 47
μ	1086″,04	994″,51	977″,90	963″,08	962″,58	939″,65	926″,22	857″,50	854″,96	853″,77	813″,88	770″,75	768″,43	634″,24
a	2,2018	2,3349	2,3612	2,3855	2,3862	2,4249	2,4483	2,5774	2,5825	2,5849	2,6687	2,7673	2,7729	3,1514
e	0,15679	0,21792	0,08892	0,23239	0,12239	0,20186	0,09789	0,18875	0,08627	0,16786	0,25586	0,07647	0,23956	0,10092
U	1193♃	1303♃	1325♃	1346♃	1346♃	1379♃	1399♃	1511♃	1516♃	1518♃	1592♃	1681♃	1687♃	2043♃

Es bedeutet: E Die Epoche der mittleren Länge in mittlerer Berliner Zeit, L die mittlere Länge in der Bahn, π die Länge des Perihels, Ω die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung gegen die Ekliptik, μ die mittlere tägliche siderische Bewegung, a die halbe große Axe, e die Excentricität, U die siderische Umlaufszeit in Tagen. — Die Längen beziehen sich auf das Aequinoctium der Epoche.

er zufällig, bei Construction eines Sterncatalogs, gefunden; in terem: nach langem, fünfjährigem, durch die Hypothese geleiteten chen, von Olbers selbst die Vesta. Ob diese einzelnen Erfolge länglich sind die Hypothese zu begründen, ist hier nicht der Ort entscheiden. Die Cometennebel, in die man anfangs die Kleinen aneten gehüllt wähnte, sind bei Untersuchungen durch vollkommnere strumente verschwunden. Bedeutende Lichtveränderungen, denen Kleinen Planeten ausgesetzt sein sollten, schrieb Olbers ihrer un=elmäßigen Figur, als „Bruchstücke eines einigen zerstörten Pla=ten“ [67], zu.

Jupiter.

Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 5,202767 in eilen des Erd=Abstandes vom Centralkörper. Der wahre mittlere urchmesser dieses größten aller Planeten ist 19294 geogr. Meilen: o gleich 11,255 Erd=Durchmessern, ohngefähr um $1/5$ länger als Durchmesser des ferneren Saturn. Siderischer Umlauf um die nne 11 ☽ 314 ☓ 20 St 2′ 7″.

Die Abplattung des Jupiters ist nach den prismatischen Micro=ter=Messungen von Arago, welche 1824 in die exposition du stème du Monde (p. 38) übergegangen sind, wie 167 : 177, o $\frac{1}{17,7}$; was sehr nahe mit der späteren Arbeit (1839) von Beer d Mädler [68] übereinstimmt, welche die Abplattung zwischen $\frac{1}{18,7}$ d $\frac{1}{21,6}$ fanden. Hansen und Sir John Herschel ziehen $\frac{1}{14}$ vor. Die erfrüheste Beobachtung der Abplattung von Dominique Cassini ist er als das Jahr 1666, wie ich schon an einem anderen Orte in innerung gebracht. Dieser Umstand hat eine besondre historische ichtigkeit wegen des Einflusses, welchen nach Sir David Brewster's arfsinniger Bemerkung die von Cassini erkannte Abplattung auf wton's Ideen über die Figur der Erde ausgeübt hat. Die Prin=pia Philosophiae Naturalis zeugen dafür; aber die Zeit=chen, in denen diese Principia und Cassini's Beobachtung über n Aequatorial= und Polar=Durchmesser des Jupiter erschienen, unten chronologische Zweifel erregen. [69]

Da die Jupitersmasse, nach der Sonnenmasse, das wichtigste ement für das ganze Planetensystem ist; so muß ihre genauere stimmung in neuerer Zeit durch Störungen der Juno und Vesta, e durch Elongation der Jupiterstrabanten, besonders des 4ten [70] ch Airy (1834), als eine der folgereichsten Vervollkommnungen der henden Astronomie betrachtet werden. Die Masse des Jupiter ist rgrößert gegen früher, die des Merkur dagegen vermindert worden. ist die *erstere fammt* der Masse der vier Jupiterstrabanten $\frac{1}{1047,879}$ *hrend sie Laplace noch zu* $\frac{1}{1066,09}$ angab. [71]

Beobachter, Heinrich Schwabe in Dessau, sind die dunklen,
begrenzten Flecken mehrere Jahre hinter einander von den b
Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem
bald dem nördlichen ausschließend eigenthümlich gewesen. De
der Fleckenbildung ist also räumlich wechselnd. Bisweilen
nach Schwabe's Beobachtungen im November 1834) sind die
flecken bei einer 280maligen Vergrößerung in einem Fraunh
Fernrohr kleinen mit einem Hofe umgebenen Kernflec
Sonne ähnlich. Ihre Schwärze ist aber dann doch geringe
der Trabanten-Schatten. Der Kern ist wahrscheinlich ein
Jupiterskörpers selbst; und wenn die atmosphärische Oeffn
demselben Punkte stehen bleibt, so giebt die Bewegung des
die wahre Rotation. Sie theilen sich auch bisweilen wie
flecken, was schon Dominique Cassini im Jahr 1665 erkan

In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite
streifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farb
gegen die Ränder blasser werden und endlich ganz verschwind
Begrenzungen sind sehr ungleich und veränderlich; beide wer
einen mittleren, ganz hellen Aequatorial-Streifen geschiede
gegen die beiden Pole hin ist die ganze Oberfläche mit viele
leren, blasseren, öfter unterbrochenen, selbst fein verzweigte
dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. „Diese Erschei
sagt Arago, „erklären sich am leichtesten, wenn man e

ere Masse und mehr Licht reflectirende Luftschichten gesehen, um weniger dunkel gefärbt, als sie sich vom Centrum des Planeten fernen." [73]

Satelliten des Jupiter.

Schon zu Galilei's glänzender Zeit ist die richtige Ansicht entden, daß das untergeordnete Planetensystem des Jupiter, en Verhältnissen des Raumes und der Zeit nach, ein Bild des nensystems im kleinen darbiete. Diese, damals schnell verbreitete sicht, wie die bald darauf entdeckten Phasen der Venus (Februar 0) haben viel dazu beigetragen dem copernicanischen Systeme alleineren Eingang zu verschaffen. Die Vierzahl der Trabanten des piter ist die einzige Trabantenzahl der äußeren Hauptplaneten, che (seit der Epoche der ersten Entdeckung [74] durch Simon Marius, 29. December 1609) in fast drittehalb-hundert Jahren keine neuere deckung vermehrt hat.

Die folgende Tabelle enthält nach Hansen die siderischen Umfszeiten der Satelliten des Jupiter, ihre mittlere Entfernun-, im Halbmesser des Hauptplaneten ausgedrückt, ihre Durchsser in geographischen Meilen und ihre Massen als Theile der itermasse:

Satelliten	Umlaufszeit	Entfernung vom Jupiter	Durchmesser in geogr. Meilen	Masse
1	$1^{\mathfrak{T}}\ 18^{St}\ 28'$	6,049	529	0,0000173281
2	3 13 14	9,623	475	0,0000232355
3	7 3 43	15,350	776	0,0000884972
4	16 16 32	26,998	664	0,0000426591

nn $\frac{1}{1047{,}879}$ die Masse des Jupiter und der Trabanten ausdrückt, st die Masse des Hauptplaneten ohne die Trabanten, $\frac{1}{1048{,}059}$, nur etwa $\frac{1}{6000}$ kleiner.

Die Vergleichungen der Größen, Abstände und Excentriät mit anderen Satelliten-Systemen sind bereits oben (Kosmos . III. S. 306—307) gegeben worden. Die Licht-Intensität Jupiterstrabanten ist verschiedenartig und nicht ihrem Volum portional: da der Regel nach der dritte und der erste, deren ßen-Verhältniß nach den Durchmessern wie 8 : 5 ist, am hellsten

erscheinen. Der kleinste und dichteste von allen, der zweite, ist gewöhnlich heller als der größere, vierte: welchen man den lichtschwächsten zu nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intensität, die auch bemerkt werden, sind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmosphäre der Jupitersmonde zugeschrieben worden.[75] Sie scheinen übrigens wohl alle ein intensiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwischen Jupiter und der Sonne steht: und die Satelliten also, sich von Osten nach Westen bewegend, scheinbar in den östlichen Rand des Jupiter eintreten; so verdecken sie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden schon bei nicht starker Vergrößerung erkannt, indem sie sich leuchtend abheben von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um so schwieriger, je mehr er sich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieser, früh bemerkten Erscheinung hat schon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geschlossen, daß gegen den Rand hin die Jupitersscheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß diese, von Messier wiederholte Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erst durch neue und feinere Beobachtungen gelöst werden können. Jupiter ist ohne alle Satelliten gesehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herschel am 23 Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27 September 1843. Eine solche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht sich aber nur auf den Raum außerhalb der Jupitersscheibe; und steht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig verfinstert werden können.

Saturn.

Die siderische oder wahre Umlaufszeit des Saturn ist 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16′ 32″. Sein mittlerer Durchmesser ist 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erd-Durchmessern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geschlossen[76], ist 10ᵀ 29′ 17″. Einer so großen Geschwindigkeit der Umdrehung um die Achse entspricht die starke Abplattung. William Herschel bestimmte sie schon 1776 zu $\frac{1}{10,4}$; Bessel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinstimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmesser zu 15″,381; den Aequatorial-Durchmesser zu 17″,053: also eine Abplattung[77] von $\frac{1}{10,2}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls bandartige Streifen: die aber weniger sichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter sind. Der constanteste derselben ist ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf diesen folgen mehrere andere, aber mit wechselnden Formen: was auf einen

atmosphärischen Ursprung deutet. William Herschel hat sie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; sie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was sehr merkwürdig, einen Wechsel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig ist. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erscheinung, welche an die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deutet sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre.[78]

Die Masse des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$ angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $^4/_5$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{76}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere.[79] Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen erkannten[80] Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11 November, Dawes bei Maidstone in England am 25 November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsringes sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren Entfernung des Saturn *unter einem* Winkel von 40",09, gleich 38300 geogr. *Meilen; der innere* Durchmesser desselben Ringes unter einem Wink

Cassini gesehene schwarze Theilungsstrich bezeichnet, nur 3
Von der Dicke dieser Ringe glaubt man, daß sie nicht
übersteige. Die Masse der Ringe ist nach Bessel $\frac{1}{118}$ der
masse. Sie bieten einzelne Erhöhungen[81] und Ungleichh
durch welche man annäherungsweise ihre Umdrehungszei
Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Di
mäßigkeiten der Form offenbaren sich bei dem Verschwi
Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der
sichtbar wird.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die von Schwabe
im Sept. 1827 entdeckte, excentrische Lage des Satu
Saturnsring ist nicht concentrisch mit der Kugel selbst
Saturn liegt im Ringe etwas westlich. Diese Beobachtun
Harding, Struve[82], John Herschel und South (theilweise du
metrische Messungen) bestätigt worden. Kleine, periodisch
Verschiedenheiten in der Quantität der Excentricität: die
Reihen correspondirender Beobachtungen von Schwabe, Ha
de Vico in Rom ergeben, sind vielleicht in Oscillationen de
punkts des Ringes um den Mittelpunkt des Saturn gegrün
fallend ist, daß schon am Ende des 17ten Jahrhunderts
licher, Gallet zu Avignon, ohne Erfolg versucht hatte die A
seiner Zeit auf die excentrische Lage des Saturn aufme
machen.[83] Bei der so überaus geringen und nach der Ober
nehmenden Dichtigkeit des Saturn (vielleicht kaum $\frac{3}{}$ der

cul gegründeten Speculationen über die Möglichkeit der Stabi-
it des Saturnsringes von zwei ausgezeichneten amerikanischen
ronomen, Bond und Peirce.[85] Beide stimmen für das Resultat
Flüssigkeit, wie für fortdauernde Veränderlichkeit in der Gestalt
Theilbarkeit des äußeren Ringes. Die Erhaltung des Ganzen
von Peirce als von der Einwirkung und Stellung der Satelliten
ängig betrachtet worden: weil ohne diese Abhängigkeit, auch bei
gleichheiten im Ringe, sich das Gleichgewicht nicht würde er-
en können.

Satelliten des Saturn.

Die fünf ältesten Saturnstrabanten wurden entdeckt zwischen den
ren 1655 und 1684 (Titan, der 6te im Abstande, von Huygens;
4 von Cassini, nämlich: Japetus, der äußerste aller; Rhea,
thys und Dione). Auf die 5 ältesten Satelliten folgte 1789
Entdeckung von zweien, dem Hauptplaneten am nächsten stehenden,
mas und Enceladus, durch William Herschel. Der 7te Sa-
t, Hyperion, endlich, der vorletzte im Abstande, wurde von
ld zu Cambridge (Verein. St.) und von Lassell zu Liverpool im
t. 1848 fast gleichzeitig aufgefunden. Ueber die relative Größe
Verhältnisse der Abstände in diesem Partial-Systeme ist schon
er verhandelt (Kosmos Bd. I. S. 66 und Bd. III. S. 307).
Umlaufszeiten und mittleren Entfernungen, letztere in Theilen
Aequatorial-Halbmessers des Saturn ausgedrückt, sind nach den
bachtungen, die Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoff-
g[86] zwischen 1835 und 1837 angestellt, folgende:

Satelliten ach Zeit der Entdeckung	Satelliten nach Abständen	Umlaufszeit				mittlere Entfernung
f	1. Mimas	0T	22St	37′	22″,9	3,3607
g	2. Enceladus	1	8	53	6,7	4,3125
e	3. Tethys	1	21	18	25,7	5,3396
d	4. Dione	2	17	41	8,9	6,8398
c	5. Rhea	4	12	25	10,8	9,5528
a	6. Titan	15	22	41	25,2	22,1450
h	7. Hyperion	22	12	?		28,0000?
b	8. Japetus	79	7	53	40,4	64,3590

Zwischen den ersten vier, dem Saturn nächsten Satelliten zeigt ein merkwürdiges Verhältniß der Commensurabilität der Umlaufszeiten. Die Periode des 3ten Satelliten (Tethys) ist Doppelte von der des 1ten (Mimas), der 4te Satellit (Dione) die doppelte Umlaufszeit des 2ten (Enceladus). Die Genauig geht bis auf $\frac{1}{800}$ der längeren Periode. Dieses, nicht beachtete sultat ist mir bereits im November 1845 in Briefen von Sir J Herschel mitgetheilt worden. Die vier Trabanten des Jupiter zei eine gewisse Regelmäßigkeit in den Abständen: sie bieten ziemlich n die Reihe 3 . 6 . 12 dar. Der 2te ist vom 1ten in Halbmessern Jupiter entfernt 3,6; der 3te vom 2ten 5,7; der 4te vom 3ten 1 Das sogenannte Gesetz von Titius haben dazu Fries und Challis allen Satelliten-Systemen, selbst in dem des Uranus, nachzuwei versucht. 87

Uranus.

Die anerkannte Existenz dieses Weltkörpers, die große Entdeck von William Herschel, hat nicht bloß die Zahl der seit Jahrtausen allein bekannten sechs Hauptplaneten zuerst vermehrt und den Dur messer des planetarischen Sonnengebietes mehr als verdoppelt; hat auch durch die Störungen, welche Uranus aus lange unbekann Ferne erlitt, nach 65 Jahren zu der Entdeckung des Neptun gelei Uranus wurde zufällig (13 März 1781) bei der Untersuchung ei kleinen Sterngruppe in den Zwillingen durch seine kleine Scheibe kannt, welche unter Vergrößerungen von 460- und 932mal m mehr zunahm, als es der Fall war bei anderen, daneben stehend Sternen. Auch bemerkte der scharfsinnige, mit allen optischen scheinungen so vertraute Entdecker, daß die Licht-Intensität bei star Vergrößerung in dem neuen Weltkörper beträchtlich abnahm, währe sie bei den Fixsternen gleicher (6ter bis 7ter Größe) dieselbe blieb.

Herschel nannte den Uranus, als er seine Existenz anfangs verkündete, einen Cometen; und erst die vereinten Arbeiten v Saron, Lexell, Laplace und Méchain, welche durch des verdien vollen Bode's Auffindung (1784) älterer Beobachtungen des Gesti von Tobias Mayer (1756) und Flamsteed (1690) ungemein erleich wurden, haben die elliptische Bahn des Uranus und seine ga planetarischen Elemente bewundernswürdig schnell festgestellt. D mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne ist nach Hani 19,18239 oder 396½ Million geogr. Meilen, seine siderische Um laufszeit 84 Jahre 5 ☿ 19 ☉ 41′ 36″, seine Neigung gegen d Ekliptik 0° 46′ 28″, der scheinbare Durchmesser in der mittlere Entfernung von der Erde 9″,9. Seine Masse, welche die erst Trabanten-Beobachtungen zu $\frac{1}{17918}$ bestimmt hatten, ergiebt sich aus

Lamont's Beobachtung nur zu $\frac{1}{24605}$; danach fiele seine Dichtigkeit zwischen die des Jupiter und des Saturn.[89] Eine Abplattung des Uranus wurde schon von Herschel, als derselbe Vergrößerungen von 800- bis 2400mal anwandte, vermuthet. Nach Mädler's Messungen in den Jahren 1842 und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10,7}$ und $\frac{1}{9,8}$ zu fallen scheinen.[90] Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus," sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind; die, fast ganz kreisförmige Bahn der Uranus-Trabanten unter einem Winkel von 78° 58′, also nahe senkrecht auf der Ekliptik steht, und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, sind wohl zu unterscheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abstände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maaßgabe der Epochen der Entdeckung. [S. Zusatz am Schluß des Bandes.] Von den Uranus-Satelliten wurden zuerst durch William Herschel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1te und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche seit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verflossen sind, ist oft und mit Ungerechtigkeit an der Existenz von 6 Uranus-Trabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwiesen, wie zuverlässig der große Entdecker von Slough auch in diesem Theile der planetarischen Astronomie gewesen ist. Es sind bisher wiedergesehen worden der 1te, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzusetzen, nach der Beobachtung Lassell's vom 6 Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung seines Spiegeltelescops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herschel der Vater, bei der Schärfe seines Gesichts, unter günstigen Luftverhältnissen schon eine Vergrößerung von 157mal für hinlänglich; der Sohn schreibt für diese so überaus kleinen Lichtscheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit sind am frühesten, sichersten und häufigsten wiedergesehen worden von Sir John Herschel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, später von Lamont in München, und

Lassell in Liverpool. Der 1te Satellit des Uranus wurde vo
(14 Sept. bis 9 Nov. 1847) und von Otto Struve (8
10 Dec. 1847), der äußerste (6te) von Lamont (1 Oct. 18
gefunden. Noch gar nicht wiedergesehen scheint der 5te,
friedigend genug der 3te Satellit.[91] Die hier zusammen
Einzelheiten sind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil
neuem zu der Vorsicht anregen sogenannten negativen Bewei
zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienst, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (di
den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elem
unbekannten störenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet
öffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die gr
deckung des Neptun von Galle am 23 September 1846 v
zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe,
dauernden Arbeitsamkeit von le Verrier.[92] Es ist, wie
ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckung
rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort de
Planeten haben voraussagen lassen. Die so schnelle Auffindu
ist durch die vortreffliche akademische Berliner Sternkarte von B r
begünstigt worden.[93]

Wenn unter den Abständen der äußeren Planeten
Sonne der Abstand des Saturn (9,53) fast doppelt so groß
des Jupiter (5,20), der Abstand des Uranus (19,18) aber m
das Doppelte von dem des Saturn ist; so fehlen dagegen dem
(30,04) zur abermaligen (dritten) Verdoppelung der Abstän
volle 10 Erdweiten, d. i. ein ganzes Drittel von seinem
Abstande. Die planetarische Grenze ist dermalen 621 M
geographischer Meilen von dem Centralkörper entfernt; durch
deckung des Neptun ist der Markstein unseres planetarischen
um mehr als 223 Millionen Meilen (über 10,8 Abstände der
von der Erde) weiter gerückt. Je nachdem man die Störun
kennt, welche der jedesmalige letzte Planet erleidet, werden so
andere und andere Planeten entdeckt werden, bis diese wege
Entfernung aufhören unsren Fernröhren sichtbar zu sein.[94]

Nach den neuesten Bestimmungen ist die Umlaufsz
Neptun 60126,7 Tage oder 164 Jahre und 226 Tage, un
halbe große Axe 30,03628. Die Excentricität seiner
nächst der der Venus die kleinste, ist 0,00871946; seine
$\frac{1}{11416}$; sein scheinbarer Durchmesser nach Encke und
2",70, nach Challis sogar 3",N: was die Dichtigkeit
hältniß zu der der Erde zu 0,230, also größer als die des
(0,178), giebt.[95]

Dem Neptun wurde, bald nach der ersten Entdeckung durch Galle, von Lassell und Chalis ein Ring zugeschrieben. Der Erstere hatte eine Vergrößerung von 567mal angewandt, und versucht die große Neigung des Ringes gegen die Ekliptik zu bestimmen; aber spätere Untersuchungen haben bei Neptun, wie lange vorher bei Uranus, den Glauben an einen Ring vernichtet.

Ich berühre aus Vorsicht kaum in diesem Werke die, allerdings früheren, aber unveröffentlichten und durch einen anerkannten Erfolg nicht gekrönten Arbeiten des so ausgezeichneten und scharfsinnigen englischen Geometers, Herrn J. C. Adams von St. John's College zu Cambridge. Die historischen Thatsachen, welche sich auf diese Arbeiten und auf le Verrier's und Galle's glückliche Entdeckung des neuen Planeten beziehn, sind in zwei Schriften: von dem Astronomer Royal Airy und von Bernhard von Lindenau, umständlich, partheilos und nach sicheren Quellen entwickelt worden.[96] Geistige Bestrebungen, auf gleichzeitig auf dasselbe wichtige Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um so lehrreicheres Interesse dar, als sie durch die Wahl der angewandten Hülfsmittel den dermaligen glänzenden Zustand des höheren mathematischen Wissens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

Wenn in den äußeren Planeten die Existenz eines Ringes sich jetzt nur ein einziges Mal darbietet: und seine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entstehung und Bildung einer materiellen offen Umgürtung von dem Zusammentreffen eigener, schwer zu erfüllender, Bedingnisse abhängt; so ist dagegen die Existenz von Satelliten, welche die äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um so allgemeinere Erscheinung. Lassell erkannte schon Anfangs August 1847 mit Sicherheit[97] den ersten Neptunstrabanten an seinem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto Struwe[98] zu Pulkowa (11 September bis 20 December 1847) und Bond[99], der Director der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (16 Sept. 1847) bestätigten Lassell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die Umlaufszeit des Neptunstrabanten zu $5^T\ 21^{St}\ 7'$, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik zu $34^0\ 7'$, die Entfernung vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geographischen Meilen, die Masse $\frac{1}{14506}$. Drei Jahre später (14 August 1850) entdeckte Lassell einen zweiten Neptunstrabanten, auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte.[100] Diese letzte Entdeckung ist, glaube ich, bisher noch nicht von andern Beobachtern bestätigt worden.

Anmerkungen.

1 (S. 326.) Kosmos Bd. III. S. 258 und 273 Anm. 19 und

2 (S. 327.) Vergl. die Beobachtungen des ſchwediſchen Mathema gerus Waſſenius zu Gothenburg während der totalen Sonnenfinſterniß 1 1733, und den Commentar dazu von Arago im Annuaire du des Longitudes pour 1846 p. 441 und 462. Dr. Galle, w 28 Juli 1851 zu Frauenburg beobachtete, ſah das „frei ſchwebende durch drei oder noch mehr Faſern mit der hakenförmigen (gekrümmte ſtät verbunden."

3 (S. 327.) Vergl., was ein ſehr geübter Beobachter, der Schi Bérard, am 8 Juli 1842 in Toulon beobachtete. „Il vit une banc très mince, dentelée irrégulièrement"; a. a. O. p. 416.

4 (S. 327.) Dieſer Umriß des Mondes, während der totalen finſterniß am 8 Juli 1842 von 4 Beobachtern genau erkannt, war u ähnlichen Sonnenfinſterniſſen noch nie beſchrieben worden. Die Mögli Sehens von einem äußeren Mond-Umriſſe ſcheint abhängig von d welches die dritte, äußerſte Umhüllung der Sonne und der Lichtr Strahlenkrone) geben. „La lune se projette *en partie* sur l'atmos Soleil. Dans la portion de la lunette où l'image de la lune se f n'y a que la lumière provenant de l'atmosphère terrestre. La fournit rien de sensible et, semblable à un écran, elle arrête qui provient de plus loin et lui correspond. En dehors de cett et précisément à partir de son bord, le champ est éclairé à *la* la lumière de l'atmosphère terrestre et par la *lumière de l'at solaire*. Supposons que ces deux lumières réunies forment un t fort de $\frac{1}{60}$ que la lumière atmosphérique terrestre, et, dès ce le bord de la lune sera visible. Ce genre de vision peut prendr de *vision négative;* c'est en effet par une *moindre intensité* de l du champ de la lunette où existe l'image de la lune, que le co cette image est aperçu. Si l'image était *plus intense* que le champ, la vision serait positive." Arago a. a. O. p. 384. (V über dieſen Gegenſtand Kosmos Bd. III. S. 46 und 73 Anm. 19.)

5 (S. 327.) Kosmos Bd. III. S. 254—256.

6 (S. 327.) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. 2—96.

7 (S. 327.) Kosmos Bd. III. S. 310 Anm. 13.

8 (S. 327.) a. a. O. Bd. II. S. 161.

9 (S. 327.) Lalande in den Mémoires de l'Académie des ences pour 1766 p. 498; Delambre, Histoire de l'Astro- ie ancienne T. II. p. 320.

10 (S. 327.) Kosmos Bd. III. S. 311.

11 (S. 328.) Bei dem Merkur-Durchgange vom 4 Mai 1832 fanden ler und Wilhelm Beer (Beiträge zur phys. Kenntniß der mlischen Körper 1841 S. 145) den Durchmesser des Merkur 583 Meilen; in der Ausgabe der Astronomie von 1849 hat Mädler das Bessel'sche ltat vorgezogen.

12 (S. 328.) Laplace, exposition du syst. du Monde 1824 9. Der berühmte Verfasser gesteht aber selbst, daß zur Bestimmung der urmasse er sich gegründet habe auf die „hypothèse très précaire qui sup- les densités de Mercure et de la Terre réciproque à leur moyenne nce de Soleil." — Ich habe weder der 58000 Fuß hohen Bergzüge auf der urscheibe, die Schröter gemessen haben will und die schon Kaiser (Ster- himmel 1850 § 57) bezweifelt; noch der von Lemonnier und Messier ambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 222) be- eten Sichtbarkeit einer Merkur-Atmosphäre, während der Durchgänge vor onne; noch der vorübergehenden Wolkenzüge und Oberflächen-Verdunkelung em Planeten erwähnen mögen. Bei dem Durchgange, den ich in Peru November 1802 beobachtete, bin ich sehr auf die Schärfe des Umrisses des ten während des Austritts aufmerksam gewesen, habe aber nichts von einer llung bemerkt.

13 (S. 329.) „Der Ort der Venusbahn, in welchem der Planet uns in ellsten Lichte erscheinen kann, so daß er selbst mit unbewaffnetem Auge am g zu sehen ist, liegt zwischen der unteren Conjunction und der größten Di- n: nahe bei der letzten, nahe dem Abstande von 40° von der Sonne oder em Orte der unteren Conjunction. Im Mittel erscheint Venus in ihrem len Lichte, 40° östlich und westlich von der Sonne entfernt, wenn ihr barer Durchmesser, welcher in der unteren Conjunction bis auf 66″ an- n kann, nur etwa 40″ hat, und wenn die größte Breite ihrer beleuchteten kaum 10″ mißt. Die Erdnähe giebt dann der schmalen Lichtsichel ein so ves Licht, daß sie in der Abwesenheit der Sonne Schatten wirft. Littrow, tische Astronomie 1834 Th. II. S. 68. — Ob Copernicus die Nothwen- einer künftigen Entdeckung von Venus-Phasen vorherverkündigt hat, n Smith's Optics, Sect. 1050, und in vielen anderen Schriften holt behauptet wird: ist neuerlichst durch Professor de Morgan's genauere suchung von dem Werke de Revolutionibus, wie es auf uns gekom- *überaus zweifelhaft geworden.* S. den Brief von Adams an Rev. R.

c'est le résultat optique obtenu par l'emploi d'une lunette
L'intensité de la lumière de l'intérieur du croissant est sensib
faible que celle des points situés dans la partie circulaire d
la planète." Arago, Handſchriften von 1847.)

16 (S. 330.) Wilhelm Beer und Mädler, Beiträge
ſchen Kenntniß der himmliſchen Körper S. 148. De
Venusmond: den Fontana, Dominicus Caſſini und Short w
haben, für den Lambert Tafeln berechnete, und der in Crefeld (Berl
buch 1778 S. 186) volle 3 Stunden nach dem Austritt der B
Mittelpunkt der Sonnenſcheibe ſoll geſehen worden ſein; gehört zu
miſchen Mythen einer unkritiſchen Zeit.

17 (S. 330.) Philos. Transact. 1795 Vol. 86. p. 214.

18 (S. 331.) Kosmos Bd. III. S. 65 und 88 Anm. 73.

19 (S. 331.) „La lumière de la lune est jaune, tandis q
Vénus est blanche. Pendant le jour la lune paraît blanche,
la lumière du disque lunaire se mêle la lumière bleue de cet
l'atmosphère que la lumière jaune de la lune traverse."
Handſchr. von 1847. Die am meiſten brechbaren Farben im Sp
Blau bis Violett ergänzen ſich, Weiß zu bilden, mit den weniger
von Roth bis Grün. (Kosmos Bd. III. S. 204 Anm. 19.)

20 (S. 331.) Forbes on the refraction and pol
of Heat in den Transactions of the Royal Society
burgh Vol. XIII. 1836 p. 131.

21 (S. 332.) Lettre de Mr. Melloni à Mr. Arago sur
sance calorifique de la lumière de la Lune in den

der Wärme (nidâghakara) heißt. Die Flecken des Mondes, in denen westliche Völker ein Gesicht zu erkennen glauben, stellen nach indischer Ansicht ein Reh oder einen Hasen vor: daher die Sanskritnamen des Mondes Rehträger (mrigadhara oder Hasenträger ('sa'sabhrit). Schütz, fünf Gesänge des Bhatti-Kâvya 1837 S. 19—23. — Bei den Griechen wird geklagt (Plutarch in dem Gespräche de facie quae in orbe Lunae apparet, Moralia ed. Wyttenbach T. IV. Oxon. 1797 p. 793): „daß das Sonnenlicht, von dem Monde reflectirt, alle Wärme verliere: so daß uns nur schwache Reste davon überkommen." In Macrobius (comm. in somnium Scip. I, 19 ed. Lud. Janus 1848 p. 105) heißt es: „Luna speculi instar lumen quo illustratur.... rursus emittit, nullum tamen ad nos perferentem sensum caloris: quia lucis radius, cum ad nos de origine sua, id est de Sole, pervenit, naturam secum ignis de quo nascitur devehit; cum vero in lunae corpus infunditur et inde resplendet, solam refundit claritatem, non calorem." Eben so Macrob. Saturnal. lib. VII, cap. 16, ed. Bip. T. II. p. 277.)

22 (S. 332.) Mädler, Astronomie § 112.

23 (S. 332.) S. Lambert sur la lumière cendrée de la Lune in den Mém. de l'Acad. de Berlin Année 1773 p. 46: „la Terre, vue des planètes, pourra paroître d'une lumière verdâtre, à peu près comme Mars nous paroît d'une couleur rougeâtre." Wir wollen darum nicht mit dem scharfsinnigen Manne die Vermuthung aufstellen, daß der Planet Mars mit einer rothen Vegetation, wie mit rosenrothen Gebüschen der Bougainvillaea (Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 334) bedeckt sei. — „Wenn in Mittel-Europa der Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgenstunden am Osthimmel steht, so erhält er das Erdlicht hauptsächlich von den großen Plateau-Flächen Asien's und Afrika's. Steht der Mond aber nach dem Neumonde Abends in Westen, so kann er nur den Reflex von dem schmaleren amerikanischen Continent und hauptsächlich von dem weiten Oceane in geringerer Menge empfangen." Wilhelm Beer und Mädler, der Mond nach seinen kosmischen Verhältnissen § 106 S. 152.

24 (S. 332.) Séance de l'Académie des Sciences le 5 août 1833: „Mr. Arago signale la comparaison de l'intensité lumineuse de la portion de la lune que les rayons solaires éclairent directement, avec celle de la partie du même astre qui reçoit seulement les rayons réfléchis par la terre. Il croit d'après les expériences qu'il a déjà tentées à cet égard, qu'on pourra, avec des instrumens perfectionnés, saisir dans la *lumière cendrée* les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible, malgré tout ce qu'un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'oeil, qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la lune des notions précieuses sur *l'état moyen* de diaphanité de l'atmosphère terrestre, dans les hémisphères qui successivement concourent à la production *de la lumière cendrée*."

25 (S. 333.) Venturi, essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci 1797 p. 11.

26 (S. 333.) Kepler, Paralipomena vel Astronomiae pars optica 1604 p. 297.

27 (S. 333.) „On conçoit que la vivacité de la lumière rouge ne dépend pas uniquement de l'état de l'atmosphère, qui réfracte, plus ou moins affaiblis, les rayons solaires, en les infléchissant dans le cône d'ombre; mais qu'elle est modifiée surtout par la transparence variable de la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous apercevons la lune éclipsée. Sous les Tropiques, une grande sérénité du ciel, une dissémination uniforme des vapeurs diminuent l'extinction de la lumière que le disque lunaire nous renvoie." Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 544 und Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 145. (Arago bemerkt: „Les rayons solaires arrivent à notre satellite par l'effet d'une réfraction et à la suite d'une absorption dans les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre; pourraient-ils avoir une autre teinte que le rouge?" Annuaire pour 1842 p. 528.)

28 (S. 333.) Babinet erklärt die Röthung für eine Folge der Diffraction in einer Notiz über den verschiedenen Antheil des weißen, blauen und rothen Lichtes, welches sich bei der Inflexion erzeugt; s. dessen Betrachtungen über die Total-Finsterniß des Mondes vom 19 März 1848 in Moigno's Répertoire d'Optique moderne 1850 T. IV. p. 1656. „La lumière diffractée qui pénètre dans l'ombre de la terre, prédomine toujours et même a été seule sensible. Elle est d'autant plus rouge ou orangée qu'elle se trouve plus près du centre de l'ombre géométrique; car ce sont les rayons les moins réfrangibles qui se propagent le plus abondamment par diffraction, à mesure qu'on s'éloigne de la propagation en ligne droite." Die Phänomene der Diffraction finden, nach den scharfsinnigen Untersuchungen von Magnus (bei Gelegenheit einer Discussion zwischen Airy und Faraday), auch im luftleeren Raume statt. Vergl. über die Erklärungen durch Diffraction im allgemeinen Arago im Annuaire pour 1846 p. 452—455.

29 (S. 333.) Plutarch (de facie in orbe Lunae), Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 780—783: „Die feurige, kohlenartig glimmende (ἀνθρακοειδής) Farbe des verfinsterten Mondes (um die Mitternachtsstunde) ist, wie die Mathematiker behaupten, schon des Wechsels wegen von Schwarz in Roth und Bläulich, keineswegs als eine der erdigen Oberfläche des Planeten eigenthümliche Beschaffenheit zu betrachten." Auch Dio Cassius LX. 26; ed. Sturz T. III. p. 779): der sich ausführlich mit den Mondfinsternissen überhaupt, und mit merkwürdigen Edicten des Kaisers Claudius, welche die Dimension des verfinsterten Theiles vorherverkündigten, viel beschäftigt, macht auf die so verschiedene Färbung des Mondes während der Conjunction aufmerksam. „Groß", sagt er (LXV, 11; T. IV. p. 185 Sturz), „ward die Verwirrung im Lager des Vitellius bei der in derselben Nacht eintretenden Finsterniß. Denn

nicht sowohl die Finsterniß an sich, obgleich sie bei mangelnder Geistesruhe unglückbedeutend erscheinen kann: als vielmehr der Umstand, daß der Mond in blutrother, schwarzer und anderen traurigen Farben spielte; erfüllte die Seele mit bangen Besorgnissen."

30 (S. 333.) Schröter, selenotopographische Fragmente Th. I. 1791 S. 668, Th. II. 1802 S. 52.

31 (S. 334.) Bessel über eine angenommene Atmosphäre des Mondes, in Schumacher's astron. Nachr. No. 263 S. 416—420. Vergl. auch Beer und Mädler, der Mond § 83 und 107, S. 133 und 153; wie Arago im Annuaire pour 1846 p. 346—353. Der so oft angeführte, von dem besseren oder schlechteren Erkennen kleiner Oberflächen-Gestaltungen hergenommene Beweis der Wirklichkeit einer Mondluft, und „der in den Thälern umherziehenden Mondnebel" ist der unhaltbarste von allen, wegen der stets wechselnden Beschaffenheit (Verdunkelung und Erhellung) der oberen Schichten unserer eignen Atmosphäre. Betrachtungen über die Gestalt des einen Mondhornes bei der Sonnenfinsterniß am 5 September 1793 hatten William Herschel auch schon gegen die Annahme einer Mond-Atmosphäre entscheiden lassen (Philos. Transact. Vol. LXXXIV. p. 167.)

32 (S. 334.) Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 188.

33 (S. 334.) Sir John Herschel (outlines pag. 247) macht aufmerksam auf den Eintritt von solchen Doppelsternen, die wegen zu großer Nähe der Individuen, aus denen sie bestehen, nicht im Fernrohr getrennt werden können.

34 (S. 334.) Plateau sur l'Irradiation, in den Mém. de l'Acad. royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles T. XI. p. 142, und Ergänzungsband zu Poggendorff's Annalen 1842 S. 79—128, 193—232 und 405—443. „Die wahrscheinliche Ursach der Irradiation ist ein durch das Licht erregter Reiz, welcher sich auf der Netzhaut ein wenig über den Umriß des Bildes fortpflanzt."

35 (S. 334.) Arago in den Comptes rendus T. VIII. 1839 p. 713 und 883. „Les phénomènes d'irradiation signalés par Mr. Plateau sont regardés par Mr. Arago comme les effets des aberrations de réfrangibilité et de sphéricité de l'oeil, combinés avec l'indistinction de la vision, conséquence des circonstances dans lesquelles les observateurs se sont placés. Des mesures exactes prises sur des disques noirs à fond blanc et des disques blancs à fond noir, qui étaient placés au Palais du Luxembourg, visibles à l'Observatoire, n'ont pas indiqué les effets de l'irradiation."

36 (S. 335.) Plut. Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 786—789. Der Schatten des Athos, welchen auch der Reisende Pierre Belon gesehen (observations de singularités trouvées en Grèce, Asie etc. 1554, livre I chap. 25), traf die eherne Kuh auf dem Marktplatze der Stadt Mogrine auf Lemnos.

37 (S. 335.) Zeugniſſe für die Sichtbarkeit dieſer vier Gegenſtände ſ. in Beer und Mädler, der Mond S. 241, 338, 191 und 290. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alles, was die Topographie der Mondfläche betrifft, aus dem vortrefflichen Werke meiner beiden Freunde entlehnt iſt: von denen der erſte, Wilhelm Beer, uns nur zu früh entriſſen wurde. Zur leichteren Orientirung iſt das ſchöne Ueberſichtsblatt zu empfehlen, welches Mädler 1837: alſo 3 Jahre nach der großen, aus 4 Blättern beſtehenden Mondkarte, herausgegeben hat.

38 (S. 335.) Plut. de facie in orbe Lunae p. 726—729 Wyttenb. Dieſe Stelle iſt zugleich nicht ohne Intereſſe für die alte Geographie; ſ. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 145. Ueber andere Meinungen der Alten ſ. Anaxagoras und Democritus in Plut. de plac. philos. II, 25; Parmenides im Stob. p. 419, 453, 516 und 563 ed. Heeren; Schneider, Eclogae physicae Vol. I. p. 433—443. (Nach einer ſehr merkwürdigen Stelle des Plutarch in dem Leben des Nicias cap. 42 hat Anaxagoras ſelbſt, der „den bergreichen Mond eine andere Erde" nennt, eine Zeichnung der Mondſcheibe entworfen; vergl. auch Origines, Philosophumena cap. 8, ed. Mülleri 1851 p. 14.) — Ich war einſt ſehr verwundert, einen ſehr gebildeten Perſer aus Ispahan, welcher gewiß nie ein griechiſches Buch geleſen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem großen Fernrohr zeigte, die im Text erwähnte Hypotheſe des Ageſtanax von Spiegelung als eine in ſeinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. „Was wir dort im Monde ſehen", ſagte der Perſer, „ſind wir ſelbſt; es iſt die Karte unſerer Erde." Einer der Interlocutoren des Plutarchiſchen Mond-Geſpräches würde ſich nicht anders ausgedrückt haben. — Wenn auf dem luft- und waſſerleeren Monde Menſchen als Bewohner gedacht werden könnten, ſo würde ſich ihnen an dem faſt ſchwarzen Tageshimmel in 14mal größerer Fläche, als die iſt, welche uns der Vollmond zuwendet, die rotirende Erde mit ihren Flecken gleich einer Weltkarte und zwar immer an derſelben Stelle darbieten. Die ſtets wechſelnden Verdeckungen und Trübungen unſrer Atmoſphäre würden aber dem geographiſchen Studium etwas hinderlich ſein und die Umriſſe der Continente verwiſchen. Vergl. Mädler's Aſtronomie S. 169 und John Herſchel, outlines § 436.

39 (S. 336.) Beer und Mädler S. 273.

40 (S. 337.) Schumacher's Jahrb. für 1841 S. 270.

41 (S. 337.) Mädler, Aſtronomie S. 166.

42 (S. 337.) Höchſter Gipfel des Himalaya und (bisher!) der ganzen Erde. Kinchin-junga, nach Waugh's neuerer Meſſung 4406 Toiſen oder 28178 engliſche Fuß (1,16 einer geogr. Meile); höchſter Gipfel der Mondberge nach Mädler 3800 Toiſen (genau eine geogr. Meile): Durchmeſſer des Mondes 454, der der Erde 1718 geogr. Meilen: woraus folgt für den Mond $\frac{1}{454}$, für die Erde $\frac{1}{1691}$.

43 (S. 338.) S. für die 6 Höhen, welche 3000 Toiſen überſteigen, Beer und Mädler, S. 99, 125, 234, 242, 330 und 331.

44 (S. 339.) Robert Hooke, Micrographia 1667 Obs. LX p. 242

bis 246. „These seem to me to have been the effects of some motions within the body of the Moon, analogous to our Earthquakes, by the eruption of which, as it has thrown up a brim or ridge round about, higher than the ambient surface of the Moon, so has it left a hole or depression in the middle, proportionably lower.“ Hooke sagt von seinem Versuche mit boyling alabaster: daß „presently ceasing to boyl, the whole surface will appear all over covered whit small pits, exactly shap'd like these of the Moon. — The earthy part of the Moon has been undermin'd or heav'd up by eruptions of vapours, and thrown into the same kind of figured holes as the powder of Alabaster. It is not improbable also, that there may be generated, within the body of the Moon, divers such kind of internal fires and heats, as may produce exhalations.“

45 (S. 339.) Kosmos Bd. II. S. 328 Anm. 43.

46 (S. 339.) Beer und Mädler S. 126. Ptolemäus hat 24, Alphons und Hipparch haben 19 Meilen Durchmesser.

47 (S. 339.) Eine Ausnahme sollen machen Arzachel und Hercules: der erste mit einem Krater im Gipfel, der zweite mit einem Seiten-Krater. Diese geognostisch-wichtigen Punkte verdienen neue Untersuchung mit vollkommneren Instrumenten (Schröter, selenotopographische Fragmente Th. II. tab. 44 und 68 fig. 23). Von Lavaströmen, die sich in tiefen Punkten anhäufen, ist bisher nie etwas erkannt worden. Die Strahlen, welche vom Aristoteles nach 3 Richtungen ausgehen, sind Hügelketten (Beer und Mädler S. 236).

48 (S. 339.) A. a. O. S. 151; Arago im Annuaire pour 1842 p. 526. (Vergl. auch Immanuel Kant, Schriften der physischen Geographie 1839 S. 393—402.) Einer ähnlichen Täuschung wie die vermeintlichen und sichtbaren vulkanischen Ausbrüche im Monde gehören an, nach neueren, gründlicheren Untersuchungen, die beobachteten temporären Veränderungen auf der Oberfläche des Mondes (Entstehung neuer Centralberge und Krater im Mare Crisium, in Hevelius und Cleomedes). S. Schröter, selenotopogr. Fragm. Th. I. S. 412—523, Th. II. S. 268—272. — Die Frage: welches die kleinsten Gegenstände seien, deren Höhe oder Ausdehnung bei dem jetzigen Zustande der angewandten Instrumente noch gemessen werden können? ist im allgemeinen schwer zu beantworten. Nach dem Berichte des Dr. Robinson über das herrliche Spiegeltelescop von Lord Rosse erkennt man darin mit großer Klarheit Ausdehnungen von 220 Fuß (80 bis 90 yards). Mädler rechnet, daß in seinen Beobachtungen noch Schatten von 3 Secunden meßbar waren: was, unter gewissen Voraussetzungen über die Lage eines Berges und die Höhe des Sonnenstandes, einer Berghöhe von 120 Fuß zugehören würde. Er macht aber zugleich darauf aufmerksam, daß der Schatten eine gehörige Breite haben müsse, um sichtbar und meßbar zu sein. Der Schatten der großen Pyramide des Cheops würde, nach den bekannten Dimensionen (Flächenausdehnungen) dieses Monuments, selbst im Anfangspunkte kaum $\frac{1}{9}$ Secunde breit und also unsichtbar sein. (*Mädler in Schumachers Jahrbuch für 1841 S. 264*) Arago erinnert,

daß mit einer Vergrößerung von 6000mal, die ohnedies nicht mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond anzuwenden wäre, die Mondberge uns ohngefähr eben so erscheinen würden als mit bloßem Auge der Montblanc vom Genfer See aus.

49 (S. 339.) Die Rillen sind nicht häufig, höchstens 30 Meilen lang; bisweilen gegabelt (Gassendi), selten aderartig (Triesnecker); immer leuchtend; nicht queer über Gebirge hinlaufend, nur den ebneren Landschaften eigen; an den Endpunkten durch nichts ausgezeichnet, ohne breiter oder schmaler zu werden. Beer und Mädler S. 131, 225 und 249.

50 (S. 340.) S. meinen Aufsatz über das nächtliche Thierleben im Urwalde in den Ansichten der Natur (3te Ausg.) Bd. I. S. 334. — Laplace's Betrachtungen (ich möchte sie nicht Vorschläge nennen) zu einem perpetuirlichen Mondscheine (exposition du Système du Monde 1824 p. 232) haben in dem Mém. von Liouville sur un cas particulier du problème des trois corps eine Widerlegung gefunden „Quelques partisans des causes finales", sagt Laplace, „ont imaginé que la lune a été donnée à la terre pour l'éclairer pendant les nuits; dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé, puisque nous sommes souvent privés à la fois de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine la lune en opposition avec le soleil dans le plan même de l'écliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil, et de donner à la lune et à la terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la lune, sans cesse en opposition au soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon; et comme à cette distance la lune n'eût point été éclipsée, sa lumière aurait certainement remplacé celle du soleil." Liouville findet dagegen: „que, si la lune avait occupé à l'origine la position particulière que l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* lui assigne, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un tems très court."

51 (S. 340.) On the transporting power of Tides s. Sir Henry de la Beche, Geological Manual 1833 p. 111.

52 (S. 340.) Arago sur la question de savoir, si la lune exerce sur notre atmosphère une influence appréciable, im Annuaire pour 1833 p. 157—206. Die Hauptgewährsmänner sind; Scheibler (Unterſuch. über Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unſerer Atmoſphäre 1830 S. 20), Flaugergues (zwanzigjährige Beobachtungen in Viviers; Bibl. universelle, Sciences et Arts T. XL. 1829 p. 265—283, und in Kaſtner's Archiv für die geſ. Naturlehre Bd. XVII. 1829 S. 32—50) und Eiſenlohr (Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXXV. 1835 S. 141—160 und 309—329). — *Sir John Herſchel* hält es „für ſehr wahrſcheinlich, daß auf dem Monde eine *ſehr hohe Temperatur* herrſche (weit über dem Siedepunkt des Waſſers), da die

Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgesetzt sei. Der Mond müsse daher in der Opposition oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maaße (in some small degree) eine Wärmequelle für die Erde werden; aber diese Wärme, von einem Körper ausströmend, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körpers sei (below the temperature of ignition), könne nicht die Erdfläche erreichen: indem sie in den oberen Schichten unseres Luftkreises absorbirt und verbraucht werde, wo sie sichtbares Gewölk in durchsichtigen Dampf verwandle." Die Erscheinung der schnellen Wolkenzerstreuung durch den Vollmond bei nicht übermäßiger Wolkenbedeckung wird von Sir John Herschel „als eine meteorologische Thatsache" betrachtet, „die (setzt er hinzu) von Humboldt's eigener Erfahrung und dem sehr allgemeinen Glauben spanischer Seefahrer in den amerikanischen Tropenmeeren bekräftigt sei." S. Report of the 15th meeting of the British Association for the advancement of Science 1846, notices p. 5; und outlines of Astronomy p. 261.

53 (S. 340.) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß des Sonnensystems 1841 S. 113, aus Beobachtungen von 1830 und 1832: Mädler, Astronomie 1849 S. 206. Die erste und beträchtliche Verbesserung der Rotationszeit, welche Dominique Cassini $24^{St.}$ 40′ gefunden, war die Folge mühevoller Beobachtungen von William Herschel (zwischen 1777 und 1781), welche $24^{St.}$ 39′21″7 gaben. Kunowsky fand 1821 $24^{St.}$ 36′40″, sehr nahe dem Mädler'schen Resultate. Cassini's älteste Beobachtung der Rotation eines Marsfleckens (Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694) scheint bald nach dem Jahre 1670 gewesen zu sein; aber in der sehr seltenen Abhandlung: Kern, diss. de scintillatione stellarum, Wittemb. 1686, § 8, finde ich als die eigentlichen Entdecker der Mars- und Jupiters-Rotationen angeführt: „Salvator Serra und den Pater Aegidius Franciscus de Cottiguez, Astronomen des Collegio Romano."

54 (S. 341.) Laplace, expos. du Syst. du Monde p. 36. Schröter's sehr unvollkommene Messungen der Durchmesser der Planeten gaben dem Mars eine Abplattung von nur $\frac{1}{80}$.

55 (S. 341.) Beer und Mädler, Beiträge S. 111.

56 (S. 341.) Sir John Herschel, outlines § 510.

57 (S. 341.) Beer und Mädler a. a. O. S. 117—125.

58 (S. 341.) Mädler in Schumacher's astronomischen Nachrichten No. 192.

59 (S. 342.) Kosmos Bd. III. S. 285—286. Vergl. über Chronologie der Entdeckungen der Kleinen Planeten S. 284 und 305; ihr Größen-Verhältniß zu den Meteor-Asteroiden (Aërolithen) S. 288; über Kepler's Vermuthung der Existenz eines Planeten in der großen planetarischen Kluft zwischen Mars und Jupiter: eine Vermuthung, welche jedoch auf keine Weise die Entdeckung des ersten der Kleinen Planeten (der Ceres) veranlaßt hat, S. 292—295 und Anm. 31—33 S. 322. Der bittere Tadel, welchen man gegen einen hochgeachteten Philosophen ausgesprochen: „weil er zu einer Zeit, in der er Piazzi's Entdeckung

allerdings seit 5 Monaten hätte kennen können, sie aber nicht kannte, nicht sowohl die Wahrscheinlichkeit als vielmehr nur die Nothwendigkeit läugnete, daß ein Planet zwischen Mars und Jupiter liege"; scheint mir wenig gerecht. Hegel in seiner im Frühjahr und Sommer 1801 ausgearbeiteten dissertatio de Orbitis Planetarum behandelt die Ideen der Alten von dem Abstande der Planeten; und indem er die Reihung anführt, von der Plato im Timäus pag. 35 Steph.) spricht: 1 . 2 . 3 . 4 . 9 . 8 . 27 . . . . (vergl. Kosmos Bd. III. S. 318 Anm. 21), läugnet er die Nothwendigkeit einer Kluft. Er sagt bloß: „Quae series *si verior naturae ordo sit* quam arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet." Hegel's Werke Bd. XVI. 1834 S. 28, und Hegel's Leben von Rosenkranz 1844 S. 154.) — Kant in seiner geistreichen Naturgeschichte des Himmels 1755 äußert bloß, daß bei der Bildung der Planeten Jupiter durch seine ungeheure Anziehungskraft an der Kleinheit des Mars schuld sei. Er erwähnt nur einmal und auf eine sehr unbestimmte Weise „der Glieder des Sonnensystems, die weit von einander abstehen und zwischen denen man die Zwischentheile noch nicht entdeckt hat" (Immanuel Kant, sämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 87, 110 und 196).

60 (S. 342.) Ueber den Einfluß vervollkommneter Sternkarten auf Entdeckung der Kleinen Planeten s. Kosmos Bd. III. S. 103 und 104.

61 (S. 342.) D'Arrest über das System der Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter 1851 S. 8.

62 (S. 343.) Kosmos Bd. III. S. 286 und 303.

63 (S. 343.) Benjamin Abthorp Gould (jetzt zu Cambridge, Massachussetts, Verein. St.), Untersuchungen über die gegenseitige Lage der Bahnen zwischen Mars und Jupiter 1848 S. 9—12.

64 (S. 343.) D'Arrest a. a. O. S. 30.

65 (S. 343.) Zach, monatl. Corresp. Bd. VI. S. 88.

66 (S. 343.) Gauß a. a. O. Bd. XXVI. S. 299.

67 (S. 345.) Herr Daniel Kirkwood (von der Pottsville Academy) hat geglaubt das Unternehmen wagen zu dürfen, den geplatzten Urplaneten nach Art der urweltlichen Thiere aus fragmentarischen Ueberresten wieder herzustellen. Er findet demselben einen Durchmesser größer als Mars (von mehr als 1080 geographischen Meilen), und die langsamste aller Rotationen eines Hauptplaneten: eine Tageslänge von $57^1/_2$ Stunden. Report of the British Association 1850 p. XXXV.

68 (S. 345.) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß der himmlischen Körper S. 104—106. Aeltere und unsicherere Beobachtungen von Hussey gaben sogar $\frac{1}{24}$. Laplace (Syst. du Monde p. 266) findet theoretisch bei zunehmender Dichte der Schichten zwischen $\frac{1}{24}$ und $\frac{1}{45}$.

69 (S. 345.) Newton's unsterbliches Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica erschien schon im Mai 1687, und die Schriften der Pariser Akademie enthalten die Anzeige von Cassini's Bestimmung

der Abplattung ($\frac{1}{15}$) erſt im Jahr 1691: ſo daß Newton, der allerdings die Pendel-Verſuche zu Cayenne von Richer aus der 1679 gedruckten Reiſe kennen konnte, die Geſtalt des Jupiter durch mündlichen Verkehr und die damals ſo regſame briefliche Correſpondenz muß erfahren haben. Vergl. über dies alles und über des Huygens nur ſcheinbar frühe Kenntniß der Richer'ſchen Pendel-Beobachtungen Kosmos Bd. I. S. 259 Anm. 99 und Bd. II. S. 336 Anm. 2.

70 (S. 345.) Airy in den Memoirs of the royal Astronomical Society Vol. IX. p. 7, Vol. X. p. 43.

71 (S. 345.) Noch im Jahr 1824 (Laplace a. a. O. p. 207).

72 (S. 346.) Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. II. p. 754.

73 (S. 346.) „On sait qu'il existe au-dessus et au-dessous de l'équateur de Jupiter deux bandes moins brillantes que la surface générale. Si on les examine avec une lunette, elles paraissent moins distinctes à mesure qu'elles s'éloignent du centre, et même elles deviennent tout-à-fait invisibles près des bords de la planète. Toutes ces apparences s'expliquent en admettant l'existence d'une atmosphère de nuages interrompue aux environs de l'équateur par une zone diaphane, produite peut-être par les vents alisés. L'atmosphère de nuages réfléchissant plus de lumière que le corps solide de Jupiter, les parties de ce corps que l'on verra à travers la zone diaphane, auront moins d'éclat que le reste et formeront les bandes obscures. A mesure qu'on s'éloignera du centre, le rayon visuel de l'observateur traversera des épaisseurs de plus en plus grandes de la zone diaphane, en sorte qu'à la lumière réfléchie par le corps solide de la planète s'ajoutera la lumière réfléchie par cette zone plus épaisse. Les bandes seront par cette raison moins obscures en s'éloignant du centre. Enfin aux bords mêmes la lumière réfléchie par la zone vue dans la plus grande épaisseur pourra faire disparaître la différence d'intensité qui existe entre les quantités de lumière réfléchie par la planète et par l'atmosphère de nuages; on cessera alors d'apercevoir les bandes qui n'existent qu'en vertu de cette différence. — On observe dans les pays de montagnes quelque chose d'analogue: quand on se trouve près d'une forêt de sapin, elle paraît noire; mais à mesure qu'on s'en éloigne, les couches d'atmosphère interposées deviennent de plus en plus épaisses et réfléchissent de la lumière. La différence de teinte entre la forêt et les objets voisins diminue de plus en plus, elle finit par se confondre avec eux, si l'on s'en éloigne d'une distance convenable." (Aus Arago's Vorträgen über Aſtronomie 1841.)

74 (S. 346.) Kosmos Bd. II. S. 221—223 und 328 Anm. 44.

75 (S. 348.) Sir John Herſchel, outlines § 540.

76 (S. 348.) Die früheſten, ſorgfältigen Beobachtungen von William Herſchel im November 1793 gaben für die Rotation des Saturn $10^h\ 16'\ 44''$. Mit Unrecht iſt dem großen Weltweiſen Immanuel Kant zugeſchrieben worden, er habe in ſeiner geiſtreichen allgemeinen Naturgeſchichte des Him-

mels 40 Jahre vor Herschel nach theoretischen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, ist $6^h\ 23'\ 53''$. Er nennt seine Bestimmung „die mathematische Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre ist und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die Bestätigung erwartet". Diese Bestätigung des Geahndeten ist gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von $\frac{2}{5}$ des Ganzen, d. i. von 4 Stunden, offenbart. Von dem Ringe des Saturn wird in derselben Schrift gesagt: daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten." Die erste dieser Ring-Zahlen steht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten ($10^{St}\ 29'\ 17''$) zufällig nahe. Vergl. Kant, sämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 135 und 140.

77 (S. 348.) Laplace (exposition du Système du Monde p. 43) schätzt die Abplattung $\frac{1}{11}$. Die sonderbare Abweichung des Saturn von der sphäroidalen Figur: nach welcher William Herschel durch eine Reihe mühevoller, und noch dazu mit sehr verschiedenen Fernröhren angestellter Beobachtungen die größte Axe des Planeten nicht im Aequator selbst, sondern in einem den Aequatorial-Durchmesser unter einem Winkel von ohngefähr 45° schneidenden Durchmesser fand; ist durch Bessel nicht bestätigt, sondern irrig befunden worden.

78 (S. 349.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

79 (S. 349.) Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußeren und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mémoires de l'Academie des Sciences Année 1715 p. 13).

80 (S. 349.) Kosmos Bd. II. S. 223. Die Veröffentlichung der Entdeckung: oder vielmehr der vollständigen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später: im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

81 (S. 350.) Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichst wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegelteleskop erkannt; Report of the British Association 1850 p. XXXV.

82 (S. 350.) Vergl. Harding's kleine Ephemeriden für 1835 S. 100 und Struve in Schumacher's astronomischen Nachrichten No. 139 S. 389.

83 (S. 350.) Man liest in den Actis Eruditorum pro anno 1684 p. 424 als Auszug aus dem Systema phaenomenorum Saturni autore Galletio, proposito eccl. Avenionensis: Nonnunquam corpus Saturni *non exacte annuli medium* obtinere visum fuit. Hinc evenit, ut, quum planeta orientalis est, centrum ejus extremitati orientali annuli *propius* videatur, et major pars ab occidentali latere sit cum ampliore *obscuritate*."

84 (S. 350.) Horner in Gehler's neuem physikalischen Wörterbuch Bd. VIII. 1836 S. 174.

85 (S. 351.) Benjamin Peirce on the constitution of Saturn's Ring in Gould, Astron. Journal 1851 Vol. II. p. 16. „The Ring consists of a stream or of streams of a fluid rather denser than water flowing around the primary." Vergl. auch Silliman's American Journal, 2d Ser. Vol. XII. 1851 p. 99; und über die Unebenheiten des Ringes, wie über störende und deshalb erhaltende Einwirkungen der Satelliten John Herschel, outlines of Astronomy p. 320.

86 (S. 351.) Sir John Herschel, results of Astronomical Observations at the Cape of Good Hope p. 414—430; derselbe in den outlines of Astronomy p. 650, und über das Gesetz der Abstände § 550.

87 (S. 352.) Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1833 S. 325; Challis in den Transactions of the Cambridge Philosophical Society Vol. III. p. 171.

88 (S. 352.) William Herschel, Account of a Comet, in den Philos. Transact. for 1781 Vol. LXXI. p. 492.

89 (S. 353.) Kosmos Bd. III. S. 296.

90 (S. 353.) Mädler in Schumacher's astron. Nachrichten No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577—579.)

91 (S. 354.) Vergl. für die Beobachtungen von Lassel zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43—47, und 135—139, auch Schum. astr. Nachr. No. 623. S. 365.

92 (S. 354.) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Geschichte der Neptuns-Entdeckung, im Ergänzungs-Heft zu Schumacher's astron. Nachrichten 1849 S. 17.

93 (S. 354.) Astronomische Nachrichten No. 580.

94 (S. 354.) Le Verrier, recherches sur les mouvemens de la Planète Herschel 1846 in der Connaissance des temps pour l'an 1849 p. 254.

95 (S. 354.) Das, sehr wichtige Element der Masse des Neptun ist allmälig gewachsen von $\frac{1}{20887}$ nach Adams, $\frac{1}{19340}$ nach Peirce, $\frac{1}{19400}$ nach Bond und $\frac{1}{18780}$ nach John Herschel, $\frac{1}{15480}$ nach Lassell auf $\frac{1}{14446}$ nach Otto und August Struve. Das letzte, Pulkowaer Resultat ist in den Text aufgenommen worden.

96 (S. 355.) Airy in den Monthly Notices of the royal Astr. Soc. Vol. VII. No. 9 (Nov. 1846) p. 121—152; Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung S. 1—32 und 235—238. — Le Verrier, von Arago dazu aufgefordert, fing im Sommer 1845 an die Uranus-Theorie zu bearbeiten. Die Ergebnisse seiner Untersuchung legte er dem Institut am 10 Nov. 1845, am 1 Juni, 31 Aug. und 5 Oct. 1846 vor, und veröffentlichte zugleich dieselben; die größte und wichtigste Arbeit le Verrier's, welche die Auflösung des ganzen Problems enthält, erschien aber

Le Verrier, and not with the intention of interfering with his j
to the honors of the discovery; for there is no doubt that his r
were first published to the world, and led to the actual dis
the planet by Dr. Galle: so that the facts stated above canno
in the slightest degree, from the credit due to M. Le Verrier.'

Da in der Geſchichte der Entdeckung des Neptun oft von einem
redet worden iſt, welchen der große Königsberger Aſtronom früh an
von Alexis Bouvard (dem Verfaſſer der Uranustafeln) im Jahr 1834
Hoffnung „von der Störung des Uranus durch einen uns noch unbeka
neten" genommen habe; ſo iſt es vielleicht vielen Leſern des Kosmos
wenn ich hier einen Theil des Briefes veröffentliche, welchen Beſſel
dem 8 Mai 1840 (alſo zwei Jahre vor ſeinem Geſpräche mit Sir Jo
bei dem Beſuche zu Collingwood) geſchrieben hat: „Sie verlangen Na
dem Planeten jenſeits des Uranus. Ich könnte wohl auf
Königsberg verweiſen, die aus Mißverſtändniß mehr davon zu wiſſe
als ich ſelbſt. Ich hatte die Entwickelung des Zuſammenhanges zw
aſtronomiſchen Beobachtungen und der Aſtronomie zum
einer (am 28 Febr. 1840 gehaltenen) öffentlichen Vorleſung gewä
Publikum weiß keinen Unterſchied zwiſchen beiden; ſeine Anſicht w
berichtigen. Die Nachweiſung der Entwickelung der aſtronomiſchen
aus den Beobachtungen führte natürlich auf die Bemerkung: daß wir n
weges behaupten können, unſere Theorie erkläre alle Bewegungen der
Die Beweiſe davon aab der Uranus: deſſen alte Beobachtungen a

achtungen nicht in die Theorie passen, so passen die neueren noch weniger hinein; denn jetzt ist der Fehler schon wieder eine ganze Minute, und wächst jährlich um 7″ bis 8″: so daß er bald viel größer sein wird. Ich meinte daher, daß eine Zeit kommen werde, wo man die Auflösung des Räthsels: vielleicht in einem neuen Planeten, finden werde, dessen Elemente aus ihren Wirkungen auf den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn bestätigt werden könnten. Daß diese Zeit schon vorhanden sei, bin ich weit entfernt gewesen zu sagen; allein versuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatsachen führen können. Es ist dieses eine Arbeit, die mich seit so vielen Jahren begleitet und derentwegen ich so viele verschiedene Ansichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt und daher so bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe großes Zutrauen zu Flemming: der in Danzig, wohin er berufen ist, dieselbe Reduction der Beobachtungen, welche er jetzt für Uranus gemacht hat, für Saturn und Jupiter fortsetzen wird. Glücklich ist es, meiner Ansicht nach, daß er (für jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat und zu keinen Vorlesungen verpflichtet ist. Es wird auch ihm wohl eine Zeit kommen, wo er Beobachtungen eines bestimmten Zweckes wegen anstellen muß; dann soll es ihm nicht mehr an den Mitteln dazu fehlen, so wenig ihm jetzt schon die Geschicklichkeit fehlt."

97 (S. 355.) Der erste Brief, in welchem Lassell die Entdeckung ankündigte, war vom 6 August 1847 (Schumacher's astronomische Nachrichten No. 611 S. 165).

98 (S. 355.) Otto Struve in den astron. Nachr. No. 629. Aus den Beobachtungen von Pulkowa berechnete August Struve in Dorpat die Bahn des ersten Neptunstrabanten.

99 (S. 355.) W. C. Bond in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. II. p. 137 und 140.

100 (S. 355.) Schum. astron. Nachr. No. 729 S. 143.

III.

Die Cometen.

Die Cometen: welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem altem chaldäischen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodisch aufsteigen" läßt; bilden im Sonnengebiet, der Anziehungskraft des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgesonderte Gruppe von Weltkörpern. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Planeten nicht bloß durch ihre Excentricität und, was noch wesentlicher ist, durch das Durchschneiden der Planetenkreise; sie bieten auch eine Veränderlichkeit der Gestaltung, eine Wandelbarkeit der Umrisse dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinsius so genau beschriebenen Klinkenbergischen Cometen von 1744 und am Halley'schen Cometen in der letzten Erscheinung vom Jahre 1835) schon in wenigen Stunden bemerkbar geworden ist. Als noch nicht durch Encke unser Sonnensystem mit inneren von den Planetenbahnen eingeschlossenen, Cometen kurzer Umlaufszeit bereichert worden war, leiteten dogmatische, auf falsche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abstande von der Sonne gesetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Ansicht: daß man jenseits des Saturn excentrische planetarische Weltkörper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelstufen zwischen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerste Planet schon ein Comet genannt zu werden verdiene: weil er vielleicht die Bahn des ihm nächsten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchschneide."[1] Eine solche Ansicht der Verkettung der Gestalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organischen Wesen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geister des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeschichte des Himmels von dem Königsberger Philosophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, sind Uranus und Neptun von William Herschel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn; ja wenn die des

letzteren 0,056 ist, so besitzt dagegen der äußerste aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, fast der der sonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometischen Eigenschaften.

Als in der uns näheren Zeit allmälig (seit 1819) fünf innere Cometen dem von Encke folgten, und gleichsam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich ist; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht ursprünglich eben so einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypothese von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet sich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine solche Theilung als Bipartition gleichsam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen von Biela vorgegangen ist. Gewisse Aehnlichkeiten der Elemente haben den Professor Stephen Alexander (von dem College of New-Jersey) zu Untersuchungen veranlaßt[2] über die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Asteroiden hergenommen sind, muß nach allen genaueren neueren Beobachtungen Verzicht geleistet werden. Die Bahnen der Kleinen Planeten sind zwar auch einander nicht parallel, sie bieten in der Pallas allerdings die Erscheinung einer übergroßen Neigung der Bahn dar; aber bei allem Mangel des Parallelismus unter ihren eigenen Bahnen durchschneiden sie doch nicht cometenartig irgend eine der Bahnen der großen alten, d. h. früher entdeckten Planeten. Dieser, bei jeglicher Annahme einer primitiven Wurfrichtung und Wurfgeschwindigkeit überaus wesentliche Umstand scheint außer der Verschiedenheit in der physischen Constitution der inneren Cometen und der ganz dunstlosen Kleinen Planeten die Gleichheit der Entstehung beider Arten von Weltkörpern sehr unwahrscheinlich zu machen. Auch hat Laplace in seiner Theorie planetarischer Genesis aus um die Sonne kreisenden Dunstringen, in welchen sich die Materie um Kerne ballt, die Cometen ganz von Planeten trennen zu müssen geglaubt: „Dans l'hypothèse des zones de vapeurs et d'un noyau s'accroissant par la condensation de l'atmosphère qui l'environne, les comètes sont étrangères au système planétaire.“[3]

Wir haben bereits in dem Naturgemälde[4] darauf aufmerksam gemacht, wie die Cometen bei der kleinsten Masse den größten Raum im Sonnengebiete ausfüllen; auch nach der Zahl der Individuen (die Wahrscheinlichkeits-Rechnung: gegründet auf gleichmäßige Vertheilung der Bahnen, Grenzen, der Sonnennähe und der *Möglichkeit des Unsichtbarbleibens*; führt auf die Existenz vieler

Tausende von ihnen) übertreffen sie alle anderen planetarischen Weltkörper. Wir nehmen vorsichtig die Aërolithen oder Meteor-Asteroiden aus, da ihre Natur noch in großes Dunkel gehüllt bleibt. Man muß unter den Cometen die unterscheiden, deren Bahn von den Astronomen berechnet worden ist; und solche, von denen theils nur unvollständige Beobachtungen, theils bloße Andeutungen in den Chroniken vorhanden sind. Da nach Galle's letzter genauer Aufzählung 178 bis zum Jahr 1847 berechnet wurden, so kann man mit den bloß angedeuteten wohl wieder als Totalzahl bei der Annahme von sechs- bis siebenhundert gesehenen Cometen beharren. Als der von Halley verkündigte Comet von 1682 im Jahr 1759 wieder erschien, hielt man es für etwas sehr auffallendes, daß in demselben Jahre 3 Cometen sichtbar wurden. Jetzt ist die Lebhaftigkeit der Erforschung des Himmelsgewölbes gleichzeitig an vielen Punkten der Erde so groß: daß 1819, 1825 und 1840 in jedem Jahr vier; 1826 fünf, ja 1846 acht erschienen und berechnet wurden.

An mit unbewaffnetem Auge gesehenen Cometen ist die letzte Zeit wiederum reicher als das Ende des vorigen Jahrhunderts gewesen; aber unter ihnen bleiben die von großem Glanze im Kopf und Schweif auch ihrer Seltenheit wegen immer eine merkwürdige Naturerscheinung. Es ist nicht ohne Interesse, aufzuzählen, wie viel dem bloßen Auge sichtbare Cometen in Europa während der letzten Jahrhunderte sich gezeigt haben. Die reichste Epoche war das 16te Jahrhundert mit 23 solchen Cometen. Das 17te zählte 12, und zwar nur 2 in seiner ersten Hälfte. Im 18ten Jahrhundert erschienen bloß 8, aber 9 allein in den ersten 50 Jahren des 19ten Jahrhunderts. Unter diesen waren die schönsten die von 1807, 1811, 1819, 1835 und 1843. In früheren Zeiten sind mehrmals 30 bis 40 Jahre verflossen, ohne daß man ein einziges Mal solches Schauspiel genießen konnte. Die scheinbar cometenarmen Jahre mögen indessen doch reich an großen Cometen sein, deren Perihel jenseit der Bahnen des Jupiter und Saturn liegt. Der teleskopischen Cometen werden jetzt im Durchschnitt in jedem Jahre wenigstens 2 bis 3 entdeckt. In drei auf einander folgenden Monaten hat (1840) Galle 3 neue Cometen, von 1764 bis 1798 Messier 12, von 1801 bis 1827 Pons 27 gefunden. So scheint sich Kepler's Ausspruch über die Menge der Cometen im Weltraum (ut pisces in Oceano) zu bewähren.

Von nicht geringer Wichtigkeit ist die so sorgfältig aufgezeichnete Liste der in China erschienenen Cometen, welche Eduard Biot aus der Sammlung von Ma-tuan-lin bekannt gemacht hat. Sie reicht bis über die Gründung der ionischen Schule des Thales und des lydischen Alyattes hinaus; und begreift in zwei Abschnitten den Ort der Cometen von 613 Jahren vor unserer Zeitrechnung bis 1222 nach derselben.

ann von 1222 bis 1644: die Periode, in welcher die Dynastie
ling herrschte. Ich wiederhole hier (s. Kosmos Bd. I. S. 236
12): daß, während man Cometen von der Mitte des 3ten bis
des 14ten Jahrhunderts nach ausschließlich chinesischen Beob-
igen hat berechnen müssen, die Berechnung des Halley'schen
ten bei seinem Erscheinen im Jahr 1456 die erste Cometen-Be-
ng war nach den ausschließlich europäischen Beobachtungen, und
nach denen des Regiomontanus. Diesen letzteren folgten aber-
bei einem Wiedererscheinen des Halley'schen Cometen die sehr
en des Apianus zu Ingolstadt im August des Jahres 1531.
e Zwischenzeit fällt (Mai 1500) ein durch afrikanische und bra-
Entdeckungsreisen berühmt gewordener, prachtvoll glänzender
t 6: der in Italien Signor Astone, die große Asta, genannt
. In den chinesischen Beobachtungen hat, durch Gleichheit
lemente, Laugier 7 eine siebente Erscheinung des Halley'schen
ten (die von 1378) erkannt: so wie auch der von Galle 8 am
rz entdeckte dritte Comet von 1840 mit dem von 1097 identisch
n scheint. Auch die Mexicaner knüpften in ihren Jahrbüchern
enheiten an Cometen und andere Himmels-Beobachtungen. Ich
den Cometen von 1490, welchen ich in der mexicanischen Hand-
von le Tellier aufgefunden und in meinen Monumens des
les indigènes de l'Amérique habe abbilden lassen,
bar genug, nur in dem chinesischen Cometen-Register als im
ber desselben Jahres beobachtet erkannt. 9 Die Mexicaner hatten
t ihre Register eingetragen 28 Jahre früher als Cortes an den
n von Veracruz (Chalchihuecan) zum ersten Male erschien.
Zon der Gestaltung; der Form-, Licht- und Farben-Aenderung
ometen; den Ausströmungen am Kopfe, welche zurückgebeugt 10
Schweif bilden; habe ich nach den Beobachtungen von Heinsius
), Bessel, Struve und Sir John Herschel umständlich im Natur-
de (Kosmos Bd. I. S. 68—71) gehandelt. Außer dem pracht-
11 Cometen von 1843: der in Chihuahua (Nordwest-Amerika)
Zowring von 9 Uhr Morgens bis Sonnenuntergang wie ein
3 weißes Gewölk, in Parma von Amici am vollen Mittag 1 0
stlich von der Sonne 12 gesehen werden konnte, ist auch in der
en Zeit der von Hind in der Gegend von Capella entdeckte erste
t des Jahres 1847 am Tage des Perihels zu London nahe bei
onne sichtbar gewesen.

Zur Erläuterung dessen, was oben von der Bemerkung chine-
Astronomen bei Gelegenheit ihrer Beobachtung des Cometen
Monat März 837, zur Zeit der Dynastie Thang, gesagt worden
halte ich hier, aus dem Ma-tuan-lin übersetzt, die wörtliche An-
des Richtungs-Gesetzes des Schweifes ein. Es heißt dasselbe:
llgemeinen ist bei einem Cometen, welcher östlich von der Sonne

steht, der Schweif, von dem Kern an gerechnet, gegen Osten gerichtet; erscheint aber der Comet im Westen der Sonne, so dreht sich der Schweif gegen Westen." [13] Fracastoro und Apianus sagten bestimmter und noch richtiger: „daß eine Linie in der Richtung der Achse des Schweifes, durch den Kopf des Cometen verlängert, das Centrum der Sonne trifft". Die Worte des Seneca (Nat. Quaest. VII, 20): „die Cometenschweife fliehen vor den Sonnenstrahlen", sind auch bezeichnend. Während unter den bis jetzt bekannten Planeten und Cometen sich in den, von der halben großen Axe abhangenden Umlaufszeiten die kürzesten zu den längsten bei den Planeten wie 1 : 683 verhalten, ergiebt sich bei den Cometen das Verhältniß wie 1 : 2670. Es ist Merkur (87 ᵀ,97) mit Neptun (60126 ᵀ,7), und der Comet von Encke (3,3 Jahre) mit dem von Gottfried Kirch zu Coburg, Newton und Halley beobachteten Cometen von 1680 (8814 Jahre) verglichen. Die Entfernung des unsrem Sonnensysteme nächsten Fixsternes (α Centauri) von dem, in einer vortrefflichen Abhandlung von Encke bestimmten Aphel (Punkt der Sonnenferne) des zuletzt genannten Cometen; die geringe Geschwindigkeit seines Laufs (10 Fuß in der Secunde) in diesem äußersten Theile seiner Bahn; die größte Nähe, in welche der Lexell-Burckhardt'sche Comet von 1770 der Erde (auf 6 Mondfernen), der Comet von 1680 (und noch mehr der von 1843) der Sonne gekommen sind: habe ich im Kosmos (Bd. I. S. 74—75 und Bd. III. S. 246—247) bereits abgehandelt. Der zweite Comet des Jahres 1819, welcher in beträchtlicher Größe plötzlich in Europa aus den Sonnenstrahlen heraustrat, ist seinen Elementen zufolge am 26 Juni (leider ungesehen!) vor der Sonnenscheibe vorübergegangen. [14] Eben dies muß der Fall gewesen sein mit dem Cometen von 1823: welcher außer dem gewöhnlichen, von der Sonne abgekehrten, auch einen anderen, der Sonne gerade zugewandten Schweif zeigte. Haben die Schweife beider Cometen eine beträchtliche Länge gehabt, so müssen dunstartige Theile derselben, wie gewiß öfters geschehen, sich mit unserer Atmosphäre gemischt haben. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob die wundersamen Nebel von 1783 und 1831, welche einen großen Theil unseres Continents bedeckten, Folge einer solchen Vermischung gewesen sind? [15]

Während die Quantität der strahlenden Wärme, welche die Cometen von 1680 und 1843 in so großer Sonnennähe empfingen, mit der Focal-Temperatur eines 32zölligen Brennspiegels verglichen wird; [16] will ein mir lange befreundeter, hochverdienter Astronom, [17] daß „alle Cometen ohne festen Kern (wegen ihrer übermäßig geringen Dichtigkeit) keine Sonnenwärme, sondern nur die Temperatur des Weltraums [18] haben". Erwägt man die vielen und auffallenden Analogien der Erscheinungen, welche nach Melloni und Forbes leuchtende und dunkle Wärmequellen darbieten; so scheint es schwer, bei dem

gen Zustande unserer physikalischen Gedankenverbindungen nicht
er Sonne selbst Processe anzunehmen, welche gleichzeitig durch
erschwingungen (Wellen verschiedener Länge) strahlendes Licht und
lende Wärme erzeugen. Der angeblichen Verfinsterung des Mondes
) einen Cometen im Jahr 1454, welche der erste Uebersetzer des
ntinischen Schriftstellers Georg Phranza, der Jesuit Pontanus,
iner Münchner Handschrift glaubte aufgefunden zu haben, ist
e in vielen astronomischen Schriften gedacht worden. Dieser
chgang eines Cometen zwischen Erde und Mond im Jahr 1454
ben so irrig als der von Lichtenberg behauptete des Cometen von
). Das Chronicon des Phranza ist vollständig zum erstenmal zu
1796 erschienen, und es heißt ausdrücklich darin: daß im Welt-
6962, während daß sich eine Mondfinsterniß ereignete, ganz auf
gewöhnliche Weise nach der Ordnung und der Kreis-
n der himmlischen Lichter ein Comet, einem Nebel ähnlich,
ien und dem Monde nahe kam. Das Weltjahr (= 1450)
rrig: da Phranza bestimmt sagt, die Mondfinsterniß und der
et seien nach der Einnahme von Constantinopel (19 Mai 1453)
en worden, und eine Mondfinsterniß wirklich am 12 Mai 1454
af. S. Jacobs in Zach's monatl. Corresp. Bd. XXIII
S. 196—202).

Das Verhältniß des Lexell'schen Cometen zu den Jupitersmonden;
Störungen, die er durch sie erlitten, ohne auf ihre Umlaufszeiten
wirken (Kosmos Bd. I. S. 74): sind von le Verrier genauer
esucht worden. Messier entdeckte diesen merkwürdigen Cometen
einen schwachen Nebelfleck im Schützen am 14 Juni 1770; aber
age später leuchtete sein Kern schon als ein Stern zweiter
ße. Vor dem Perihel war kein Schweif sichtbar, nach demselben
ickelte sich derselbe durch geringe Ausströmungen kaum bis 1°
e. Lexell fand seinem Cometen eine elliptische Bahn und die
aufszeit von 5,585 Jahren: was Burckhardt in seiner vortreff-
n Preisschrift von 1806 bestätigte. Nach Clausen hat er sich (den
li 1770) bis auf 363 Erd-Halbmesser (311000 geogr. Meilen oder
ondfernen) der Erde genähert. Daß der Comet nicht früher (März
) und nicht später (October 1781) gesehen wurde, ist, nach
l's früherer Vermuthung, von Laplace in dem 4ten Bande des
anique céleste durch Störung von Seiten des Jupitersystems
en Annäherungen in den beiden Jahren 1767 und 1779 analy-
dargethan worden. Le Verrier findet, daß nach einer Hypothese
die Bahn des Cometen derselbe 1779 durch die Kreise der Sa-
en durchgegangen sei, nach einer anderen von dem 4ten Satelliten
außen weit entfernt blieb.[19]

Der Molecular-Zustand des so selten begrenzten Kopfes oder
es wie der des Schweifes der Cometen ist um so räthselhafter,

als derselbe keine Strahlenbrechung veranlaßt, und als durch Arago's wichtige Entdeckung (Kosmos Bd. I. S. 71, 237 und 238 Anm. 19—21) in dem Cometenlichte ein Antheil von polarisirtem, also von reflectirtem Sonnenlichte erwiesen wird. Wenn die kleinsten Sterne durch die dunstartigen Ausströmungen des Schweifes, ja fast durch das Centrum des Kernes selbst, oder wenigstens in größter Nähe des Centrums, in ungeschwächtem Glanze gesehen werden („per Cometem non aliter quam per nubem ulteriora cernuntur“: Seneca Nat. Quaest. VII, 18): so zeigt dagegen die Analyse des Cometenlichtes in Arago's Versuchen, denen ich beigewohnt, daß die Dunsthüllen trotz ihrer Zartheit fremdes Licht zurückzuwerfen fähig sind; [20] daß diese Weltkörper eine unvollkommene Durchsichtigkeit [21] haben, da das Licht nicht ungehindert durch sie durchgeht. In einer so lockeren Nebelgruppe erregen die einzelnen Beispiele großer Licht-Intensität, wie in dem Cometen von 1843, oder des sternartigen Leuchtens eines Kernes um so mehr Verwunderung, als man eine alleinige Zurückwerfung des Sonnenlichts annimmt. Sollte aber in den Cometen nicht daneben auch ein eigener lichterzeugender Proceß vorgehen?

Die ausströmenden, verdunstenden Theile aus Millionen Meilen langen, besenartigen, gefächerten Schweifen verbreiten sich in den Weltraum; und bilden vielleicht, entweder selbst das widerstandleistende hemmende Fluidum, [22] welches die Bahn des Enckischen Cometen allmälig verengt: oder sie mischen sich mit dem alten Weltenstoffe, der sich nicht zu Himmelskörpern geballt, oder zu der Bildung des Ringes verdichtet hat, welcher uns als Thierkreislicht leuchtet. Wir sehen gleichsam vor unseren Augen materielle Theile verschwinden, und ahnden kaum, wo sie sich wiederum sammeln. So wahrscheinlich nun auch die Verdichtung einer den Weltraum füllenden gasartigen Flüssigkeit in der Nähe des Centralkörpers unsres Systemes ist; so kann bei den Cometen, deren Kern nach Valz sich in der Sonnennähe verkleinert, diese da verdichtete Flüssigkeit doch wohl nicht als auf eine blasenartige Dunsthülle drückend gedacht werden. [23] Wenn bei den Ausströmungen der Cometen die Umrisse der lichtreflectirenden Dunsttheile gewöhnlich sehr unbestimmt sind; so ist es um so auffallender und für den Molecular-Zustand des Gestirns um so lehrreicher, daß bei einzelnen Individuen (z. B. bei dem Halley'schen Cometen Ende Januars 1836 am Cap der guten Hoffnung) eine Schärfe der Umrisse in dem parabolischen vorderen Theile des Körpers beobachtet worden ist, welche kaum eine unserer Haufenwolken uns je darbietet. Der berühmte Beobachter am Cap verglich den ungewohnten, von der Stärke gegenseitiger Anziehung der Theilchen zeugenden *Anblick mit einem* Alabaster-Gefäß, das von innen stark erleuchtet ist. [24]

Seit dem Erscheinen des astronomischen Theils meines Natur-

emäldes hat die Cometenwelt ein Ereigniß dargeboten, dessen bloße Möglichkeit man wohl vorher kaum geahndet hatte. Der Biela'sche Comet: ein innerer, von kurzer, 6¾jähriger Umlaufszeit; hat sich n zwei Cometen von ähnlicher Gestalt, doch ungleicher Dimension, eide mit Kopf und Schweif, getheilt. Sie haben sich, so lange man ie beobachten konnte, nicht wieder vereinigt, und sind gesondert fast arallel mit einander fortgeschritten. Am 19 December 1845 hatte ind in dem ungetheilten Cometen schon eine Art Protuberanz gegen Norden bemerkt, aber am 21 war noch (nach Encke's Beobachtung n Berlin) von einer Trennung nichts zu sehen. Die schon erfolgte Trennung wurde in Nordamerika zuerst am 29 Dec. 1845, in Europa rst um die Mitte und das Ende Januars 1846 erkannt. Der neue, leinere Comet ging nördlich voran. Der Abstand beider war anfangs 3, später (20 Febr.) nach Otto Struve's interessanter Zeichnung 6 Minuten.[25] Die Lichtstärke wechselte: so daß der allmälig wachsende Neben-Comet eine Zeit lang den Haupt-Cometen an Lichtstärke übertraf. Die Nebelhüllen, welche jeden der Kerne umgaben, hatten keine bestimmten Umrisse: die des größeren Cometen zeigte sogar gegen SSW eine lichtschwache Anschwellung; aber der Himmelsraum zwischen den beiden Cometen wurde in Pulkowa ganz nebelfrei gesehen.[26] Einige Tage später hat Lieut. Maury in Washington in einem neunzölligen Münchner Refractor Strahlen bemerkt, welche der größere, ältere Comet dem kleineren, neuen, zusandte: so daß wie eine brückenartige Verbindung eine Zeit lang entstand. Am 24 März war der kleinere Comet wegen zunehmender Lichtschwäche kaum noch zu erkennen. Man sah nur noch den größeren bis zum 16 bis 20 April, wo dann auch dieser verschwand. Ich habe diese wundersame Erscheinung in ihren Einzelnheiten[27] beschrieben, so weit dieselben haben beobachtet werden können. Leider ist der eigentliche Act der Trennung und der kurz vorhergehende Zustand des älteren Cometen der Beobachtung entgangen. Ist der abgetrennte Comet uns nur unsichtbar geworden wegen Entfernung und großer Lichtschwäche, oder hat er sich aufgelöst? Wird er als Begleiter wieder erkannt werden, und wird der Biela'sche Comet bei anderen Wieder-Erscheinungen ähnliche Anomalien darbieten?

Die Entstehung eines neuen planetarischen Weltkörpers durch Theilung regt natürlich die Frage an: ob in der Unzahl um die Sonne kreisender Cometen nicht mehrere durch einen ähnlichen Proceß entstanden sind oder noch täglich entstehen? ob sie durch Retardation, d. h. ungleiche Geschwindigkeit im Umlauf, und ungleiche Wirkung der Störungen nicht auf verschiedene Bahnen gerathen können? In einer, schon früher berührten Abhandlung von Stephen Alexander ist versucht worden, die Genesis der genannten inneren Cometen durch die Annahme einer solchen, wohl nicht genügsam begründeten,

Hypothese zu erklären. Auch im Alterthum scheinen ähnliche Vorgänge beobachtet, aber nicht hinlänglich beschrieben worden zu sein. Seneca führt nach einem, wie er freilich selbst sagt, unzuverlässigen Zeugen an, daß der Comet, welcher des Untergangs der Städte Helice und Bura beschuldigt ward, sich in zwei Theile schied. Er setzt spöttisch hinzu: warum hat Niemand zwei Cometen sich zu einem vereinigen sehen? [28] Die chinesischen Astronomen reden von „drei gekuppelten Cometen", die im Jahr 896 erschienen und zusammen ihre Bahn durchliefen. [29]

Unter der großen Zahl berechneter Cometen sind bisher acht bekannt, deren Umlaufszeit eine geringere Dauer als die Umlaufszeit des Neptun hat. Von diesen 8 sind sechs innere Cometen d. h. solche, deren Sonnenferne kleiner als ein Punkt in der Bahn des Neptun ist: nämlich die Cometen von Encke (Aphel 4,09), de Vico (5,02), Brorsen (5,64), Faye (5,93), Biela (6,19), und d'Arrest (6,44). Den Abstand der Erde von der Sonne = 1 gesetzt, haben die Bahnen aller dieser sechs inneren Cometen Aphele, die zwischen Hygiea (3,15) und einer Grenze liegen, welche fast um $1^1/_4$ Abstände der Erde von der Sonne jenseit Jupiter (5,20) liegt. Die zwei anderen Cometen, ebenfalls von geringerer Umlaufszeit als Neptun, sind der 74jährige Comet von Olbers und der 76jährige Comet von Halley. Diese beiden letzten waren bis zum Jahre 1819, in welchem Encke zuerst die Existenz eines inneren Cometen erkannte, unter den damals berechneten Cometen die von der kürzesten Umlaufszeit. Der Olbers'sche Comet von 1815 und der Halley'sche liegen nach der Entdeckung des Neptun in ihrer Sonnenferne nur 4 und $5^2/_5$ Abstände der Erde von der Sonne jenseits der Grenze, die sie als innere Cometen würde betrachten lassen. Wenn auch die Benennung: innerer Comet mit der Entdeckung transneptunischer Planeten Aenderungen erleiden kann, da die Grenze, die einen Weltkörper zu einem inneren Cometen macht, veränderlich ist; so hat sie doch vor der Benennung: Cometen kurzer Dauer den Vorzug, in jeder Epoche unseres Wissens von etwas bestimmtem abhängig zu sein. Die jetzt sicher berechneten 6 inneren Cometen variiren allerdings in der Umlaufszeit nur von 3,3 bis 7,4 Jahre; aber wenn die 16jährige Wiederkehr des von Peters am 26 Juni 1846 zu Neapel entdeckten Cometen (des 6ten Cometen des Jahrs 1846, mit einer halben großen Axe von 6,32) sich bestätigte [30], so ist vorherzusehen, daß sich allmälig in Hinsicht auf die Dauer der Umlaufszeit Zwischenglieder zwischen den Cometen von Faye und Olbers finden werden. Dann wird es in der Zukunft schwer sein *eine* Grenze für die Kürze der Dauer zu bestimmen. Hier folgt *die Tabelle*, in welcher Dr. Galle die Elemente der 6 inneren *Cometen* zusammengestellt hat.

Elemente der inneren Cometen, welche genauer berechnet sind.

	Encke	de Vico	Brorsen	d'Arrest	Biela	Faye
Durchgangszeit durch das Perihel . .	1848 Nov. 26	1844 Sept. 2	1846 Febr. 25	1851 Juli 8	1846 Febr. 10	1843 Oct. 17
in mittlerer Pariser Zeit	2h 55′ 56″	11h 33′ 57″	9h 8′ 1″	16h 57′ 23″	23h 51′ 36″	3h 42′ 16″
Länge des Perihels	157° 47′ 8″	342° 30′ 55″	116° 28′ 15″	322° 59′ 46″	109° 2′ 20″	49° 34′ 19″
Länge des aufsteig. Knotens . .	334 22 12	63 49 17	102 40 58	148 27 20	245 54 39	209 29 19
Neigung gegen die Ekliptik . . .	13 8 36	2 54 50	30 55 53	13 56 12	12 34 53	11 22 31
halbe große Axe	2,214814	3,102800	3,146494	3,461846	3,524522	3,811790
Perihel-Distanz	0,337032	1,186401	0,650103	1,173976	0,856448	1,692579
Aphel-Distanz	4,092595	5,019198	5,642884	5,749717	6,192596	5,931001
Excentricität	0,847828	0,617635	0,793388	0,660881	0,757003	0,555962
Umlaufszeit in Tagen	1204	1996	2039	2353	2417	2718
Umlaufszeit in Jahren	3,30	5,47	5,58	6,44	6,61	7,44
berechnet von	Encke astr. Nachr. XXVII S. 113.	Brünnow, gekrönte Preisschrift, Amst. 1849.	Brünnow, astr. Nachr. XXIX. S. 377.	d'Arrest, astr. Nachr. XXXIII. S. 125.	Plantamour, astr. Nachr. XXV. S. 117.	le Verrier, astr. Nachr. XXIII. S. 196.

von Blanpain aufgefunden und nach Clausen identisch m
von 1743. Beide können aber noch nicht neben dene
werden, welche durch längere Dauer und Genauigkeit
tungen eine größere Sicherheit und Vollständigkeit der
bieten.

Die Neigung der *inneren* Cometenbahnen gegen d
im ganzen klein, zwischen 3° und 13°; nur die des
Cometen ist sehr beträchtlich, und erreicht 31°. Alle bis
inneren Cometen haben, wie die Haupt- und Neben
gesammten Sonnensystems, eine *directe* oder *rechtl*
wegung (von West nach Ost in ihren Bahnen fortsch
John Herschel hat auf die größere Seltenheit *rückläu*
wegung bei Cometen *von geringer Neigung gegen d*
aufmerksam gemacht.[32] Diese entgegengesetzte Richtung d
welche nur bei einer gewissen Classe planetarischer Körpe
ist in Hinsicht auf die sehr allgemein herrschende Mein
Entstehung der zu einem Systeme gehörenden Weltkörp
primitive Stoß- und Wurfkraft von großer Wichtigkeit
uns die *Cometenwelt*, wenn gleich auch in der wei
der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch in
dividualität und Unabhängigkeit. Eine solche Betrachtun
Idee verleitet, die Cometen für älter[33] als alle Planet
für Urformen der sich locker ballenden Materie im We
halten. Es fragt sich dabei unter dieser Voraussetzun
trotz der ungeheuren Entfernung des nächsten Fixst
Parallaxe wir kennen, vom Aphel des *Cometen von*
der Cometen, welche am Himmelsgewölbe erscheinen

stimmige Meinung herrscht. Da ich nach dem Vorgange von Chladni, Olbers, Laplace, Arago, John Herschel und Bessel die Aërolithen bestimmt für außerirdischen, kosmischen Ursprungs halte; so darf ich wohl am Schluß des Abschnitts über die Wandelsterne die zuversichtliche Erwartung aussprechen: daß durch fortgesetzte Genauigkeit in der Beobachtung der Aërolithen, Feuerkugeln und Sternschnuppen die entgegengesetzte Meinung eben so verschwinden werde, als die bis zu dem 16ten Jahrhundert allgemein verbreitete über den meteorischen Ursprung der Cometen es längst ist. Während diese Gestirne schon von der astrologischen Corporation der „Chaldäer in Babylon," von einem großen Theile der pythagorischen Schule und von Apollonius dem Myndier für, zu bestimmten Zeiten in langen planetarischen Bahnen wiederkehrende Weltkörper gehalten wurden; erklärten die mächtige anti-pythagorische Schule des Aristoteles und der von Seneca bestrittene Epigenes die Cometen für Erzeugnisse meteorischer Processe in unserem Luftkreise.[34] Analoge Schwankungen zwischen kosmischen und tellurischen Hypothesen, zwischen dem Weltraume und der Atmosphäre führen endlich doch zu einer richtigen Ansicht der Naturerscheinungen zurück.

Anmerkungen.

1 (S. 372.) „Vermittelſt einer Reihe von Zwiſchengliedern", ſagt Immanuel Kant, „werden jenſeit Saturn ſich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und ſo die letztere Gattung mit der erſteren zuſammenhangen. Das Geſetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreiſe ſich in Verhältniß ihres Abſtandes von der Sonne verhält, unterſtützt dieſe Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abſtande zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Beſtimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erſte Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in ſeiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächſten Planeten, vielleicht alſo des Saturn, durchſchnitte. — Auch durch die Größe der planetariſchen Maſſen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unſere Theorie von der mechaniſchen Bildung der Himmelskörper klärlich erwieſen." Kant, Naturgeſch. des Himmels (1755) in den ſämmtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im Anfang des 5ten Hauptſtückes wird (S. 131) von der früheren cometenähnlichen Natur geſprochen, welche Saturn abgelegt habe.

2 (S. 373.) Stephen Alexander „on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin", in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterſcheidet mit Hind (Schum. aſtr. Nachr. No. 724) „the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter: and the other class, including the comets whose mean distance or semi-axes is somewhat less than that of Uranus." Er ſchließt die erſte Abhandlung mit dem Reſultate: „Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse if not an actual collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose orbits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846, which are fragments of the dissevered comet."

3 (S. 373.) Laplace, exposition du Système du Monde (éd. 1824) p. 414.

4 (S. 373.) Ueber Cometen im Naturgemälde ſ. Kosmos Bd. I. *S. 67—76 und* 236—238 Anm. 12—17.

(S. 374.) In sieben halben Jahrhunderten von 1500 bis 1850 sind
n 52; einzeln in der Reihenfolge von sieben gleichen Perioden: 13, 10,
, 4 und 9, dem bloßen Auge sichtbare Cometen in Europa
n. Hier folgen die einzelnen Jahre:

1500—1550		1550—1560
13 Com.		10 Com.
1600—1650		1650—1700
1607		1652
1618		1664
2 Com.		1665
		1668
		1672
		1680
		1682
		1686
		1689
		1696
		10 Com.
		1750—1800
1700—1750		1759
1702		1766
1744		1769
1748 (2)		1789
4 Com.		4 Com.

1800—1850
1807
1811
1819
1823
1830
1835
1843
1845
1847
9 Com.

m 16ten Jahrhundert (dem Zeitalter von Apianus, Girolamo Fra-
dem Landgrafen Wilhelm IV von Heſſen, Mäſtlin und Tycho) erſchie-
m unbewaffneten Auge ſichtbare Cometen ſind hier aufgezählt worden:
Pingré beſchriebene, nämlich: 1500, 1505, 1506, 1512, 1514, 1516,
521, 1522 und 1530; ferner die Cometen von 1531, 1532, 1533,
58, 1569, 1577, 1580, 1582, 1585, 1590, 1593 und 1596.
S. 375.) Es iſt der „bösartige" Comet, welchem in Sturm und Schiff-
Tod des berühmten portugieſiſchen Entdeckers Bartholomäus Diaz,

als er mit Cabral von Brasilien nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung segelte, zugeschrieben ward; Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 296 und T. V. p. 80 (Sousa, Asia Portug. T. I. P. I. cap. 5 p. 45).

7 (S. 375.) Laugier in der Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 99. Vergl. auch Édouard Biot, recherches sur les anciennes apparitions chinoises de la Comète de Halley antérieures à l'année 1378 a. a. O. p. 70—84.

8 (S. 375.) Ueber den von Galle im März 1840 entdeckten Cometen s. Schumacher's astr. Nachr. Bd. XVII. S. 188.

9 (S. 375.) S. meine Vues des Cordillères (éd. in folio) Pl. LV fig. 8, p. 281—282. Die Mexicaner hatten auch eine sehr richtige Ansicht von der Ursach der Sonnenfinsterniß. Dieselbe mexicanische Handschrift, wenigstens ein Viertel-Jahrhundert vor der Ankunft der Spanier angefertigt, bildet die Sonne ab, wie sie fast ganz von der Mondscheibe verdeckt wird und wie Sterne dabei sichtbar werden.

10 (S. 375.) Diese Entstehung des Schweifes am vorderen Theile des Cometenkopfes, welche Bessel so viel beschäftigt hat, war schon Newton's und Winthrop's Ansicht (vergl. Newton, Principia p. 511 und Philos. Transact. Vol. LVII. for the Year 1767 p. 140 fig. 5). Der Schweif, meint Newton, entwickele sich der Sonne nahe am stärksten und längsten: weil die Himmelsluft (was wir mit Encke das widerstehende Mittel nennen) dort am dichtesten sei, und die particulae caudae: stark erwärmt, von der dichteren Himmelsluft getragen, leichter aufsteigen. Winthrop glaubt, daß der Haupt-Effect erst etwas nach dem Perihel eintrete, weil nach dem von Newton festgestellten Gesetze (Princ. p. 424 und 466) überall (bei periodischer Wärme-Veränderung wie bei der Meeresfluth) die Maxima sich verspäten.

11 (S. 375.) Arago im Annuaire pour 1844 p. 395. Die Beobachtung ist von Amici dem Sohne.

12 (S. 375.) Ueber den Cometen von 1843: der mit beispiellosem Glanze im nördlichen Europa im Monat März nahe bei dem Orion erschien, und der Sonne unter allen beobachteten und berechneten Cometen am nächsten gekommen ist, s. alles gesammelt in Sir John Herschel's outlines of Astronomy § 589—597 und in Peirce, American Almanac for 1844 p. 42. Wegen physiognomischer Aehnlichkeiten, deren Unsicherheit aber schon Seneca (Nat. Quaest. lib. VII cap. 11 und 17) entwickelt hat, wurde er anfänglich für identisch mit dem Cometen von 1668 und 1689 gehalten (Kosmos Bd. I. S. 90 und 251 Anm. 62; Galle in Olbers Cometenbahnen No. 42 und 50). Boguslawski (Schum. astr. Nachr. No. 545 S. 272) glaubt dagegen, daß seine früheren Erscheinungen bei einem Umlauf von 147 Jahren die von 1695, 1548 und 1401 waren; ja er nennt ihn den Cometen des Aristoteles: „weil er ihn bis in das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung zurückführt, und ihn mit dem talentvollen Hellenisten Thiersch in München für einen Cometen hält, dessen in den Meteorologicis des Aristoteles

Buch I cap. 6 Erwähnung geschieht". Ich erinnere aber, daß der Name Comet des Aristoteles vieldeutig und unbestimmt ist. Wird der gemeint, welchen Aristoteles im Orion verschwinden läßt und mit dem Erdbeben in Achaja in Verbindung setzt; so muß man nicht vergessen, daß dieser Comet von Callisthenes vor, von Diodor nach, und von Aristoteles zur Zeit des Erdbebens angegeben wird. Das 6te und 8te Capitel der Meteorologie handeln von 4 Cometen, deren Epochen der Erscheinung durch Archonten zu Athen und durch unheilbringende Begebenheiten bezeichnet werden. Es ist daselbst der Reihe nach gedacht: des westlichen Cometen, welcher bei dem großen, mit Ueberschwemmungen verbundenen Erdbeben von Achaja erschien (cap. 6, 8); dann des Cometen unter dem Archonten Eucles, Sohn des Molon; später (cap. 6, 10) kommt der Stagirite wieder auf den westlichen Cometen, den des großen Erdbebens, zurück, und nennt dabei den Archonten Asteus: ein Name, den unrichtige Lesarten in Aristäus verwandelt haben, und den Pingré deshalb in der Cométographie mit Aristhenes oder Alcisthenes fälschlich für Eine Person hält. Der Glanz dieses Cometen des Asteus verbreitete sich über den dritten Theil des Himmelsgewölbes; der Schweif, welchen man den Weg (ὁδός) nannte, war also 60° lang. Er reichte bis in die Gegend des Orion, wo er sich auflöste. In cap. 7, 9 wird des Cometen gedacht, welcher gleichzeitig mit dem berühmten Aërolithenfall bei Aegos Potamoi (Kosmos Bd. I. S. 79, 242 und 249) erschien, und wohl nicht eine Verwechselung mit der von Damachos beschriebenen, 70 Tage lang leuchtenden und Sternschnuppen sprühenden Aërolithen-Wolke sein kann. Endlich nennt Aristoteles noch cap. 7, 10 einen Cometen unter dem Archonten Nicomachus, welchem ein Sturm bei Corinth zugeschrieben ward. Diese vier Cometen-Erscheinungen fallen in die lange Periode von 32 Olympiaden: nämlich der Aërolithenfall nach der Parischen Chronik Ol. 78, 1 (468 ante Chr.), unter den Archonten Theagenides; der große Comet des Asteus, welcher zur Zeit des Erdbebens von Achaja erschien und im Sternbild des Orion verschwand, in Ol. 101,4 (373 a. Chr.); Eucles, Sohn des Molon, von Diodor (XII, 53) fälschlich Euclides genannt, in Ol. 88,2 (427 a. Chr.): wie auch der Commentar des Johannes Philoponos bestätigt; der Comet des Nicomachus in Ol. 109,4 (341 a. Chr.). Bei Plinius II, 25 wird für die jubae effigies mutata in hastam Ol. 108 angegeben. Mit dem unmittelbaren Anknüpfen des Cometen des Asteus (Ol. 101,4) an das Erdbeben in Achaja stimmt auch Seneca überein, indem derselbe des Unterganges von Bura und Helice, welche Städte Aristoteles nicht ausdrücklich nennt, folgendermaßen erwähnt: „Effigiem ignis longi fuisse, Callisthenes tradit, antequam Burin et Helicen mare absconderet. Aristoteles ait, non trabem illam, sed Cometam fuisse." (Seneca, Nat. Quaest. VII, 5.) Strabo (VIII p. 384 Cas.) setzt den Untergang der zwei oft genannten Städte zwei Jahre vor der Schlacht von Leuctra, woraus sich wieder Ol. 101,4 ergiebt. Nachdem endlich Diodor von Sicilien dieselbe Begebenheit als unter dem Archonten Asteus vorgefallen umständlicher (XV, 48 und 49) beschrieben hat, setzt er den *glänzenden, schattenwerfenden* Cometen (XV, 50) unter den Archonten

Alcisthenes: ein Jahr später, Ol. 102,1 (372 a. Chr.), und als Vorboten des Unterganges der Herrschaft der Lacedämonier; aber der spätere Diodor hat die Gewohnheit eine Begebenheit aus einem Jahre in das andere zu verschieben; und für die Epoche des Asteus, vor dem Alcisthenes, sprechen die ältesten und sichersten Zeugen, Aristoteles und die Parische Chronik. Da nun für den herrlichen Cometen von 1843 die Annahme eines Umlaufs von $147\frac{3}{4}$ Jahren Boguslawski durch 1695, 1548, 1401 und 1106 auf das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung führt; so stimmt damit der Comet des Erdbebens von Achaja nach Aristoteles bis auf zwei, nach Diodor bis auf ein Jahr überein: was, wenn man von der Aehnlichkeit der Bahn etwas wissen könnte, bei wahrscheinlichen Störungen in einer Periode von 1214 Jahren freilich ein sehr geringer Fehler ist. Wenn Pingré in der Cométographie (1783 T. I. p. 259—262), sich auf Diodor und den Archonten Alcisthenes statt Asteus stützend, den in Frage stehenden Cometen im Orion in Ol. 102, und doch in den Anfang Juli 371 vor Christus statt 372 setzt; so liegt der Grund wohl darin, daß er wie einige Astronomen das erste Jahr vor der christlichen Zeitrechnung mit anno 0 bezeichnet. Es ist schließlich zu bemerken, daß Sir John Herschel für den bei hellem Tage, nahe an der Sonne, gesehenen Cometen von 1843 eine ganz andere Umlaufszeit und zwar von 175 Jahren annimmt: was auf die Jahre 1668, 1493 und 1318 führt. (Vergl. outlines p. 370 bis 372 mit Galle in Olbers Cometenbahnen S. 208 und Kosmos Bd. I. S. 90.) Andere Combinationen von Peirce und Clausen leiten gar auf Umlaufszeiten von $21\frac{1}{5}$ oder $7\frac{1}{5}$ Jahren: — Beweis genug, wie gewagt es ist den Cometen von 1843 auf den Archonten Asteus zurückzuführen. Die Erwähnung eines Cometen unter dem Archonten Nicomachus in den Meteorol. lib. I cap. 7, 10 gewährt wenigstens den Vortheil, uns zu lehren, daß dieses Werk geschrieben wurde, als Aristoteles wenigstens 44 Jahr alt war. Auffallend hat es mir immer geschienen, daß der große Mann: da er zur Zeit des Erdbebens von Achaja und der Erscheinung des großen Cometen im Orion, mit einem Schweif von 60° Länge, schon 14 Jahr alt war, mit so wenig Lebendigkeit von einem so glänzenden Gegenstande spricht, und sich begnügt ihn unter die Cometen zu zählen, „die zu seiner Zeit gesehen wurden". Die Verwunderung steigt, wenn man in demselben Capitel erwähnt findet, er habe etwas neblichtes, ja eine schwache Mähne (κόμη) um einen Fixstern in dem Hüftbein des Hundes (vielleicht Procyon im Kleinen Hunde) mit eigenen Augen gesehn (Meteorol. I. 6, 9). Auch spricht Aristoteles (I. 6, 11) von seiner Beobachtung der Bedeckung eines Sterns in den Zwillingen durch die Scheibe des Jupiter. Was die dunstige Mähne oder Nebelumhüllung des Procyon (?) betrifft, so erinnert sie mich an eine Erscheinung, von der mehrmals in den alt-mexicanischen Reichs-Annalen nach dem Codex Tellerianus die Rede ist. „Dieses Jahr", heißt es darin, „dampfte (rauchte) wieder Citlaleholoa", der Planet Venus, auch Tlazoteotl im Aztekischen genannt (*s. meine* Vues des Cordillères T. II. p. 303): wahrscheinlich am griechischen wie am mexicanischen Himmel ein Phänomen atmosphärischer Strahlenbrechung, die Erscheinung kleiner Stern-Höfe (halones).

13 (S. 376.) Eduard Biot in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XVI. 1843 p. 751.

14 (S. 376.) Galle in dem Anhange zu Olbers Cometenbahnen . 221 No. 130. (Ueber den wahrscheinlichen Durchgang des zweischweifigen ometen von 1823 s. Edinb. Rev. 1848 No. 175 p. 193.) — Die kurz orher im Text angeführte Abhandlung, die wahren Elemente des Cometen von 380 enthaltend, vernichtet Halley's phantastische Idee, nach welcher derselbe bei nem vorausgesetzten Umlaufe von 575 Jahren zu allen großen Epochen der enschengeschichte: zur Zeit der Sündfluth nach hebräischen Sagen, im Zeiter des Ogyges nach griechischen Sagen, im trojanischen Kriege, bei der Zerbrung von Nineveh, bei dem Tode von Julius Cäsar u. s. w. erschienen sei. ie Umlaufszeit ergiebt sich aus Encke's Berechnung zu 8814 Jahren. Seine ringste Entfernung von der Oberfläche der Sonne war am 17 Dec. 1680 nur 2000 geographische Meilen, also 20000 weniger als die Entfernung der Erde om Monde. Das Aphel ist 853,3 Entfernungen der Erde von der Sonne, nd das Verhältniß der kleinsten zur größten Entfernung von der Sonne ist wie : 140000.

15 (S. 376.) Arago im Annuaire pour 1832 p. 236—255.

16 (S. 376.) Sir John Herschel, outlines § 592.

17 (S. 376.) Bernhard von Lindenau in Schumacher's astron. achrichten No. 698 S. 25.

18 (S. 376.) Kosmos Bd. III. S. 30—32.

19 (S. 377.) Le Verrier in den Comptes rendus de l'Acad. es Sciences T. XIX. 1844 p. 982—993.

20 (S. 378.) Newton nahm für die glänzendsten Cometen nur von der onne reflectirtes Licht an. Splendent Cometae, sagt er, luce Solis a se rexa (Principia mathematica ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. . 577).

21 (S. 378.) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.

22 (S. 378.) Kosmos Bd. I. S. 72 und Bd. III. S. 33.

23 (S. 378.) Valz, essai sur la détermination de la densité de l'éther dans l'espace planétaire 1830 p. 2 und Kosmos Bd. I. S. 71. Der so sorgfältig und immer unbefangen beobachtende evelius war schon auf die Vergrößerung der Cometenkerne mit Zunahme der ntfernung von der Sonne aufmerksam gewesen (Pingré, Cométographie T. II. p. 193). Die Bestimmungen der Durchmesser des Cometen von ncke in der Sonnennähe sind, wenn man Genauigkeit haben will, sehr schwierig. er Comet ist eine neblige Masse, in welcher die Mitte oder eine Stelle derlben die hellste, selbst hervorstechend hell, ist. Von dieser Stelle aus, die aber chts von einer Scheibe zeigt und nicht ein Cometenkopf genannt werden nn, nimmt ringsum das Licht schnell ab; dabei verlängert sich der Nebel nach ner Seite hin, so daß diese Verlängerung als Schweif erscheint. Die Messunn beziehen *sich also auf diesen* Nebel: dessen Umfang, ohne eine recht bestimmte renze zu haben, *im Perihel* abnimmt.

24 (S. 378.) Sir John Herſchel, results of Astronomica Observations at the Cape of Good Hope 1847 § 366 Pl. XV und XVI.

25 (S. 379.) Wenn man noch ſpäter (5 März) den Abſtand beider Comeeten bis 9° 19′ wachſen ſah, ſo war dieſe Zunahme, wie Plantamour gezeig hat, nur ſcheinbar und von der Annäherung zur Erde abhängig. Vom Februa bis 10 März blieben beide Theile des Doppelcometen in gleicher Entfernung von einander.

26 (S. 379.) „Le 19 février 1846 on aperçoit le fond noir du cie qui sépare les deux comètes“; O. Struve im Bulletin physico mathématique de l'Acad. des Sciences de St.-Pétersbourg T. VI. No. 4.

27 (S. 379.) Vergl. outlines of Astronomy § 580 bis 583 Galle in Olbers Cometenbahnen S. 232.

28 (S. 380.) „Ephorus non religiosissimae fidei, saepe decipitur saepe decipit. Sicut hic Cometem, qui omnium mortalium oculis custoditus est, quia ingentis rei traxit eventus, cum Helicen et Burin ortu suo merserit, ait illum discessisse in duas stellas: quod praeter illum nemo tradidit. Quis enim posset observare illud momentum, quo Cometes solutus et in duas partes redactus est? Quomodo autem, si eis qui viderit Cometem in duas dirimi, nemo vidit fieri ex duabus?“ Seneca, Nat. Quaest. lib. VII cap. 16.

29 (S. 380.) Eduard Biot, recherches sur les Comètes de la collection de Ma-tuan-lin in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XX. 1845 p. 334.

30 (S. 380.) Galle in Olbers Methode der Cometenbahnen S. 232 No. 174. Elliptiſche Bahnen mit verhältnißmäßig nicht ſehr langer Dauer der Umlaufszeiten (ich erinnere an die 3065 und 8800 Jahre der Cometen von 1811 und 1680) bieten dar die Cometen von Colla und Bremike aus den Jahren 1845 und 1840. Sie ſcheinen Umlaufszeiten von nur 249 und 344 Jahren zu haben. (S. Galle a. a. O. S. 229 und 231.)

31 (S. 382.) Die kurze Umlaufszeit von 1204 Tagen wurde von Encke bei dem Wiedererſcheinen ſeines Cometen im Jahr 1819 erkannt. S. die zuerſt berechneten elliptiſchen Bahnen im Berl. aſtron. Jahrbuch für 1822 S. 193 und für die zur Erklärung der beſchleunigten Umläufe angenommene Conſtante des widerſtehenden Mittels Encke's vierte Abhandl. in den Schriften der Berliner Akademie aus dem J. 1844. (Vergl. Arago in Annuaire pour 1832 p. 181, in der Lettre à Mr. Alexandre de Humboldt 1840 p. 12; und Galle in Olbers Cometenbahnen S. 221.) Zur Geſchichte des Cometen von Encke iſt noch hier zu erinnern: daß derſelbe, ſo weit die Kunde der Beobachtungen reicht, zuerſt von Méchain *den 17 Jan. 1786* an zwei Tagen geſehen wurde; dann von Miß Carolina Herſchel *den 7—27 Nov. 1795*; darauf von Boubard, Bons und Huth *den 20 Oct. bis 19 Nov. 1805*; endlich, als zehnte Wiederkehr ſeit Méchain's Entdeckung

J. 1786, vom 26 Nov. 1818 bis 12 Jan. 1819 von Pons. Die erste von Encke vorausberechnete Wiederkehr wurde von Rümker zu Paramatta beobachtet. (Galle a. a. O. S. 215, 217, 221 und 222.) — Der Biela'sche oder, wie man auch sagt, der Gambart-Biela'sche innere Comet ist zuerst am 8 März 1772 von Montaigne, dann von Pons am 10 Nov. 1805, danach am 27 Febr. 1826 zu Josephstadt in Böhmen von Herrn von Biela und am 9 März zu Marseille von Gambart gesehen. Der frühere Wiederentdecker des Cometen von 1772 ist zweifelsohne Biela und nicht Gambart; dagegen aber hat der Letztere (Arago im Annuaire von 1832 p. 184 und in den Comptes rendus T. III. 1836 p. 415) früher als Biela, und fast zugleich mit Clausen, die elliptischen Elemente bestimmt. Die erste vorausberechnete Wiederkehr des Biela'schen Cometen ward im October und December 1832 von Henderson am Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtet. Die schon erwähnte wundersame Verdoppelung des Biela'schen Cometen durch Theilung erfolgte bei seiner 11ten Wiederkehr seit 1772, am Ende des Jahres 1845. (S. Galle bei Olbers S. 214, 218, 224, 227 und 232).

32 (S. 382.) Outlines of Astronomy § 601.

33 (S. 382.) Laplace, expos. du Système du Monde p. 396 und 414. Der Laplacischen speciellen Ansicht von den Cometen als „wandernden Nebelflecken (petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires)" stehen die Fortschritte, welche seit dem Tode des großen Mannes in der Auflöslichkeit so vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht worden sind, mannigfach entgegen; auch der Umstand, daß die Cometen einen Antheil von zurückgeworfenem, polarisirtem Lichte haben: welcher den selbstleuchtenden Weltkörpern mangelt. Vergl. Kosmos Bd. III. S. 117, 212, 217, 235 (Anm. 25 und 26) und 239 (Anm. 46).

34 (S. 383.) Zu Babylon in der gelehrten chaldäischen Schule der Astrologen, wie bei den Pythagoreern, und eigentlich bei allen alten Schulen, gab es Spaltung der Meinungen. Seneca (Nat. Quaest. VII, 3) führt die einander entgegengesetzten Zeugnisse des Apollonius Myndius und des Epigenes an. Der Letztere gehört zu den selten Genannten; doch bezeichnet ihn Plinius (VII, 57) als „gravis auctor in primis", wie auch ohne Lob Censorinus de die natali cap. 17, und Stob. Ecl. phys. I, 29 p. 586 ed. Heeren (vergl. Lobeck, Aglaoph. p. 341). Diodor (XV, 50) glaubt, daß die allgemeine und herrschende Ansicht bei den babylonischen Astrologen (den Chaldäern) die war: daß die Cometen zu festbestimmten Zeiten in ihren sicheren Bahnen wiederkehren. Der Zwiespalt, welcher unter den Pythagoreern über die planetarische Natur der Cometen herrschte, und welchen Aristoteles (Meteorol. lib. I cap. 6, 1) und Pseudo-Plutarch (de plac. Philos. lib. III cap. 2) andeuten, dehnte sich nach dem Ersteren (Meteor. I. 8,2) auch auf die Natur der Milchstraße, den verlassenen Weg der Sonne oder des gestürzten Phaethon, aus (vergl. Letronne in den Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XII. 1839 p. 108). Von einigen der Pythagoreer wird die Meinung bei Aristoteles angeführt: „daß die Cometen zur Zahl solcher Planeten

gehören, die erſt nach langer Zeit, wie Merkur, ſichtbar werden können, über den Horizont in ihrem Laufe aufſteigend". Bei dem ſo fragmentariſchen Pſeudo-Plutarch heißt es: daß ſie „zu feſt beſtimmten Zeiten nach vollbrachtem Umlaufe aufgehen." Vieles in abgeſonderten Schriften über die Natur der Cometen enthaltene iſt uns verloren gegangen: von Arrian, den Stobäus benutzen konnte; von Charimander, deſſen bloßer Name ſich nur bei Seneca und Pappus erhalten hat. Stobäus führt als Meinung der Chaldäer an (Eclog. lib. I cap. 25 p. 61, Chriſt. Plantinus): daß die Cometen eben deshalb ſo ſelten uns ſichtbar bleiben, weil ſie in ihrem langen Laufe ſich fern von uns in die Tiefen des Aethers (des Weltraums) verbergen, wie die Fiſche in den Tiefen des Oceans. Das Anmuthigſte und, trotz der rhetoriſchen Färbung, das Gründlichſte und mit den jetzigen Meinungen Uebereinſtimmendſte gehört im Alterthum dem Seneca zu. Wir leſen Nat. Quaest. lib. VII cap. 22, 25 und 31: „Non enim existimo Cometem subitaneum ignem, sed inter aeterna opera naturae. — Quid enim miramur, cometas, tam rarum mundi spectaculum, nondum tenere legibus certis? nec initia illorum finesque patescere, quorum ex ingentibus intervallis recursus est? Nondum sunt anni quingenti, ex quo Graecia ..... stellis numeros et nomina fecit. Multaeque hodie sunt gentes, quae tantum facie noverint caelum; quae nondum sciant, cur luna deficiat, quare obumbretur. Hoc apud nos quoque nuper ratio ad certum perduxit. Veniet tempus, quo ista quae nunc latent, in lucem dies extrahat et longioris aevi diligentia. — Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur. — Eleusis servat, quod ostendat revisentibus. Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus; in vestibulo ejus haeremus. Illa arcana non promiscue nec omnibus patent, reducta et in interiore sacrario clausa sunt. Ex quibus aliud haec aetas, aliud quae post nos subibit, dispiciet. Tarde magna proveniunt ....."

IV.

Ring des Thierkreislichtes.

In unsrem formenreichen Sonnensysteme sind Existenz, Ort und Gestaltung vieler einzelnen Glieder seit kaum drittehalbhundert Jahren und in langen Zwischenräumen der Zeit allmälig erkannt worden: zuerst die untergeordneten oder Particular-Systeme, in denen, dem Hauptsysteme der Sonne analog, geballte kleinere Weltkörper einen größeren umkreisen; dann concentrische Ringe um einen, und zwar den satellitenreichsten, der undichteren und äußeren Hauptplaneten; dann das Dasein und die wahrscheinliche materielle Ursach des milden, pyramidal gestalteten, dem unbewaffneten Auge sehr sichtbaren Thierkreislichtes; dann die sich gegenseitig schneidenden, zwischen den Gebieten zweier Hauptplaneten eingeschlossenen, außerhalb der Zodiacal-Zone liegenden Bahnen der sogenannten Kleinen Planeten oder Asteroiden; endlich die merkwürdige Gruppe von inneren Cometen, deren Aphele kleiner als die Aphele des Saturn, des Uranus oder des Neptun sind. In einer kosmischen Darstellung des Weltraumes ist es nöthig an eine Verschiedenartigkeit der Glieder des Sonnensystems zu erinnern, welche keineswegs Gleichartigkeit des Ursprungs und dauernde Abhängigkeit der bewegenden Kräfte ausschließt.

So groß auch noch das Dunkel ist, welches die materielle Ursach des Thierkreislichtes umhüllt; so scheint doch: bei der mathematischen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmosphäre nicht weiter als bis zu $\frac{2}{20}$ des Merkur-Abstandes reichen könne, die von Laplace, Schubert, Arago, Poisson und Biot vertheidigte Meinung: nach der das Zodiacallicht aus einem dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwischen der Venus- und Marsbahn kreisenden Ringe ausstrahle, in dem gegenwärtigen sehr mangelhaften Zustande der Beobachtungen die befriedigendste zu sein. Die äußerste Grenze der Atmosphäre hat sich bei der Sonne wie im Saturn (einem untergeordneten Systeme) nur bis dahin ausdehnen können, wo die Attraction des allgemeinen oder partiellen Centralkörpers der Schwungkraft genau das Gleichgewicht hält; jenseits mußte die Atmosphäre nach der Tangente entweichen, und geballt als kugelförmige Planeten und Trabanten, oder nicht geballt zu Kugeln als feste und dunstförmige Ringe den Umlauf

fortsetzen. Nach dieser Betrachtung tritt der Ring des Zodiacallichts in die Categorie planetarischer Formen, welche den allgemeinen Bildungsgesetzen unterworfen sind.

Bei den so geringen Fortschritten, welche auf dem Wege der Beobachtung dieser vernachlässigte Theil unsrer astronomischen Kenntnisse macht, habe ich wenig zu dem zuzusetzen, was, fremder und eigener Erfahrung entnommen, ich früher in dem Naturgemälde (Bd. I. S. 88—93 und 250—255 Anm. 61—78; Bd. III. S. 213) entwickelt habe. Wenn 22 Jahre vor Dominique Cassini, dem man gemeinhin die erste Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuschreibt, schon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerset) in seiner 1661 erschienenen Britannia Baconica dasselbe als eine vorher unbeschriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März gesehene Erscheinung der Aufmerksamkeit der Astronomen empfiehlt; so muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho schon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalschein sah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend stärkere Licht-Intensität der Erscheinung in Spanien, an der Küste von Valencia und in den Ebenen Neu-Castiliens, hat mich zuerst, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf sagen der Erleuchtung, nahm überraschend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südsee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heiteren Luft von Cumana, in den Grassteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicanischen Seen: besonders in Höhen von acht- bis zwölftausend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte; übertraf der Glanz bisweilen den der schönsten Stellen der Milchstraße zwischen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unserer Hemisphäre zu nennen, zwischen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachsen, sondern vielmehr hauptsächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens selbst, von der größeren oder geringeren Intensität des Lichtprocesses abzuhangen geschienen: wie meine Beobachtungen in der Südsee zeigen, in welchen sogar ein Gegenschein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich sage: hauptsächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einflusses der Luftbeschaffenheit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchsten Schichten der Atmosphäre, während meine Instrumente in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günstige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortschritte in unserer Kenntniß des Thierkreislichtes sind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologischen Processe die höchste Stufe der Gleichförmigkeit

oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen ist dort perpetuirlich; und eine sorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verschiedener Höhe und unter verschiedenen Localverhältnissen würde mit Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entscheiden, was man kosmischen Lichtprocessen, was bloßen meteorologischen Einflüssen zuschreiben soll.

Es ist mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren fast gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine schwache Spur desselben gesehen worden sei. Sollte in solchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geschwächt erscheinen? Die Untersuchung müßte sich aber nicht auf die Gestaltung nach Angabe der Abstände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Messungen beschränken. Die Intensität des Lichts, seine Gleichartigkeit oder seine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), seine Analyse durch das Polariscop wären vorzugsweise zu erforschen. Bereits Arago (Annuaire pour 1836 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Cassini vielleicht klar erweisen würden: „que la supposition des intermittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome".

Gleich nach den ersten Pariser Beobachtungen dieses großen Beobachters und seines Freundes Fatio de Duillier zeigte sich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indischen Reisenden (Pater Noël, de Bèze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meist nur schildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) sind zur gründlichen Discussion der Ursachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht die schnellen Reisen auf den sogenannten Weltumseglungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach, monatl. Corresp. Bd. X. S. 337—340), können ernst zum Zwecke führen. Nur ein mehrjähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Probleme veränderter Gestaltung und Licht-Intensität lösen. Daher ist am meisten für den Gegenstand, welcher uns hier beschäftigt, wie für die gesammte Meteorologie von der endlichen Verbreitung wissenschaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen spanischen Amerika zu erwarten: da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potosi, zwischen 10700 und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numerischen Resultate, zu denen Houzeau, auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen gestützt, hat gelangen können, machen es wahrscheinlich, daß die große Axe des Zodiacalschein-Ringes eben so wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt, als die Dunstmasse des Ringes, deren Molecular-Zustand uns ganz unbekannt ist, die Erdbahn überschreitet. (Schumacher's astron. Nachr. No. 492.)

V.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine Uebersicht kosmischer Erscheinungen herausgegeben, sind die früheren Resultate der Beobachtung von Aërolithenfällen und periodischen Sternschnuppenströmen mannigfaltig erweitert und berichtigt worden. Vieles wurde einer strengeren und sorgfältigeren Kritik unterworfen: besonders die, für das Ganze des räthselhaften Phänomens so wichtige Erörterung der Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epochen der Sternschnuppenschwärme. Auch ist die Zahl solcher Epochen, von welchen lange die August- und die November-Periode allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen, durch neuere Beobachtungen vermehrt worden, deren Resultate einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit darbieten. Man ist durch die verdienstvollen Bemühungen: zuerst von Brandes, Benzenberg, Olbers und Bessel; später von Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigey, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correspondirenden Messungen übergegangen und ein mehr verbreiteter mathematischer Sinn hat es schwieriger gemacht, durch Selbsttäuschung einem vorgefaßten Theorem unsichere Beobachtungen anzupassen.

Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein, als man unpartheiisch Thatsachen von Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber nicht als ungewiß und schlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigsten scheint mir Absonderung der physischen Verhältnisse von den, im ganzen sicherer zu ergründenden, geometrischen und Zahlen-Verhältnissen. Zu der letzteren Classe gehören: Höhe, Geschwindigkeit, Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in sporadischen oder periodischen Erscheinungen, nach Frequenz auf dasselbe Zeitmaaß reducirt; Größe und Gestaltung, in Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abständen von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der physischen wie der geometrischen, wird allmälig zu einem und demselben Ziele: zu genetischen Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinung, führen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß wir im ganzen
it den Welträumen und dem, was sie erfüllt, nur in Verkehr
ehen durch licht- und wärmeerregende Schwingungen; wie durch
e geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen (Welt-
rper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unseren Erdball,
ssen Oceane und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtschwingung,
elche von dem kleinsten telescopischen Fixsterne, aus einem auflös-
chen Nebelflecke ausgeht, und für die unser Auge empfänglich ist,
ingt uns (wie es die sichere Kenntniß von der Geschwindigkeit
d Aberration des Lichtes mathematisch darthut) ein Zeugniß
n dem ältesten Dasein der Materie.[1] Ein Licht-Eindruck
s den Tiefen der sterngefüllten Himmelsräume führt uns
ttelst einer einfachen Gedankenverbindung über eine Myriade von
hrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die
ht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde
uerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener
tur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, indem sie in
Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das
zige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar,
s unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische
d erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen
gehören: betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können"; in ihnen
mische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie
s schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe
n Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, großentheils
selben sind.[2]

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten
rolithenfällen verdanken wir dem Fleiß der alles registrirenden
inesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor un-
er Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und
s zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem
ll der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat
Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der
testen Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des
en Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithen-
lle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller
r denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, überein-
mmend mit unsren jetzigen Meinungen, den kosmischen Ursprung
r Meteorsteine annahm. Der Eindruck, welchen eine so großartige
scheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher
Jahre später durch den, den peloponnesischen Krieg beendigenden
eg des Lysander über die Athener noch berühmter ward) auf alle
lenische Völkerschaften machte, mußte auf die Richtung und Ent-

wickelung der ionischen Physiologie[3] einen entscheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm sind die Gestirne von der Erde durch die Gewalt des Umschwunges abgerissene Massen (Plut. de plac. Philos. III. 13). Der ganze Himmel, meint er, sei aus Steinen zusammengesetzt (Plato de legibus XII p. 967). Die steinartigen festen Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth gesetzt, so daß sie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückstrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwischen ihm und der Erde, bewegen sich, sagt Anaxagoras nach dem Theophrast (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinsterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichsam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt sich Diogenes von Apollonia: der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes ist[4], doch wahrscheinlich einer Zeitepoche zwischen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen sich", wie ich schon an einem Orte ausgeführt, „mit den sichtbaren Sternen auch unsichtbare (dunkle) Steinmassen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf die Erde herab und verlöschen: wie es geschehen ist mit dem steinernen Stern, welcher bei Aegos Potamoi gefallen ist." (Stob. Eclog. pag. 508.)[5]

Die „Meinung einiger Physiker" über Feuermeteore (Sternschnuppen und Aërolithen, welche Plutarch im Leben des Lysander (cap. 12) umständlich entwickelt, ist ganz die des cretensischen Diogenes. „Sternschnuppen", heißt es dort, „sind nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welche, wenn sie in unseren Luftkreis kommen, nach der Entzündung erlöschen; sie sind vielmehr Wurf und Fall himmlischer Körper: dergestalt, daß sie durch ein Nachlassen des Schwunges herabgeschleudert werden."[6] Von dieser Ansicht des Weltbaues: von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unsere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ionischen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles.[7] Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade scheint die Idee des Falles dunkler Massen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem späten Pseudo-Plutarch (Plac. II. 13) lesen wir bloß: daß der Milesier Thales „die Gestirne alle für irdische und feurige Körper (γεώδη καὶ ἔμπυρα)" hielt. Die Bestrebungen der früheren ionischen Physiologie waren gerichtet auf das Erspähen des Urgrundes der Dinge, des Entstehens durch Mischung, stufenweise Veränderung und Uebergänge der Stoffe in einander; auf die Processe des Werdens durch Erstarrung oder Verdünnung. Des Umschwungs der Hemisphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt festhält", gedenkt aller-

gs schon Empedocles als einer wirksam bewegenden kosmischen aft. Da in diesen ersten Anklängen physikalischer Theorien der ther, die Feuerluft, ja das Feuer selbst die Expansivkraft der irme darstellt; so knüpfte sich an die hohe Region des Aethers Idee des treibenden, von der Erde Felsstücke wegreißenden Um- wunges. Daher nennt Aristoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper", gleichsam das hste Substratum der Bewegung; und sucht etymologische Gründe[8] diese Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des ander: „daß das Nachlassen der Schwungkraft den Fall himm- er Körper verursacht"; wie auch an einem anderen Orte, wo tarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaxagoras oder des genes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae 923), er die Behauptung aufstellt: daß der Mond, wenn seine wungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der leuder"[9]. So sehen wir in diesem Gleichniß nach der Annahme es centrifugalen Umschwunges, welchen Empedocles in der einbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmälig als len Gegensatz eine Centripetalkraft auftreten. Diese Kraft d eigens und deutlicher bezeichnet von dem scharfsinnigsten aller lärer des Aristoteles, Simplicius (pag. 491, Bekker). Er will Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den g nach unten". Dies sind die ersten Ahndungen über wirkende ntralkräfte; und, gleichsam auch die Trägheit der Materie an- nnend, schreibt zuerst der Alexandriner Johannes Philoponus: üler des Ammonius Hermeä, wahrscheinlich auch aus dem 6ten rhundert, „die Bewegung der kreisenden Planeten einem primi- en Stoße" zu, welchen er sinnig (de creatione mundi . I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller veren und leichten Stoffe gegen die Erde", verbindet. So haben e versucht zu zeigen, wie eine große Naturerscheinung und die heste, rein kosmische Erklärung eines Aërolithenfalles wesent- dazu beigetragen hat, im griechischen Alterthume stufenweise, aber ilich nicht durch mathematische Gedankenverbindung, die Keime von n zu entwickeln, was, durch die Geistesarbeit der folgenden Jahr- nderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Gesetzen der Kreis- vegung führte.

Von den geometrischen Verhältnissen der periodischen (nicht radischen) Sternschnuppen beginnend, richten wir unsere Aufmerk- keit vorzugsweise auf das, was neuere Beobachtungen über die diation oder die Ausgangspunkte der Meteore und über ihre tz planetarische Geschwindigkeit offenbart haben. Beides, Ra- *ion und Geschwindigkeit*, charakterisirt sie mit einem hohen Grade

der Wahrscheinlichkeit als leuchtende Körper, die sich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen und von außen, aus dem Weltraume, in unsere Atmosphäre gelangen. Die nordamerikanischen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternschnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen lassen; die Beobachtungen des August-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perseus, oder einen Punkt zwischen dem Perseus und dem Stier. Es waren diese Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin sich etwa in derselben Epoche die Erde bewegte.[10] Saigey, der die amerikanischen Beobachtungen von 1833 einer sehr genauen Untersuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fixe Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages, bemerkt worden ist; daß von 18 Beobachtern zwischen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denselben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten[11], welchen Denison Olmsted, Professor der Mathematik in New-Haven (Massachusetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm daselbst angestellte, sehr genaue Beobachtungen über periodische Sternschnuppen in gedrängter Kürze darbietet, enthält Resultate der Radiations-Erscheinungen, die um so wichtiger sind, als der Beobachter sie mit mathematischer Strenge discutirt hat. Nach ihm[12] „ist es eigenthümlich für die Sternschnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerstreut sind als die der August-Periode. In jeder der beiden Perioden sind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach gewesen; keineswegs immer von demselben Sternbilde ausgehend, wie man seit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war." Heis findet in den August-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Haupt-Ausgangspunkt des Algol im Perseus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol.[13] „Um genaue Resultate über die Ausgangspunkte der Sternschnuppen-Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 zu ziehen, wurden für einen jeden der vier Punkte (Perseus, Löwe, Cassiopea und Drachenkopf) einzeln die zu demselben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel aufgezeichnet: und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meisten Bahnen ausgingen. Die Untersuchung ergab, daß von 407 der Bahn nach verzeichneten Sternschnuppen 171 aus dem Perseus nahe beim Sterne η im Medusenhaupte, 83 aus dem Löwen, 35 aus der Cassiopea in der Nähe des veränderlichen Sternes α, 40 aus dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbestimmten Punkten kamen. Die Zahl der aus

Perseus ausstrahlenden Sternschnuppen betrug also fast doppelt so viel als die des Löwen." [14]

Die Radiation aus dem Perseus hat sich demnach in beiden Perioden als ein sehr merkwürdiges Resultat erwiesen. Ein scharfsinniger, acht bis zehn Jahre mit den Meteor-Phänomenen beschäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunkt an der Sternwarte zu Bonn, äußert sich über diesen Gegenstand mit großer Bestimmtheit in einem Briefe an mich (Juli 1851): „Abstrahire ich von den reichen Sternschnuppenfällen im November 1833 und 1834, so wie von einigen späteren der Art, wo der Punkt im Löwen ganze Schaaren von Meteoren aussandte; so bin ich gegenwärtig geneigt den Perseus-Punkt als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im August, sondern das ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Dieser Punkt liegt, wenn ich die aus 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in RA. 50°,3 und Decl. 51°, 5 (gültig für 1844,6). Im November 1849 (7ten—14ten) sah ich ein paar hundert Sternschnuppen mehr, als ich seit 1841 je im November bemerkt hatte. Von diesen kamen im ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meisten gehörten dem Sternbild des Perseus an. Daraus folgt, wie mir scheint, daß das große Novemberphänomen von 1799 und 1833 damals (1841) nicht erschienen ist. Auch glaubte Olbers an eine Periode von 34 Jahren für das Maximum der November-Erscheinung (Kosmos Bd. I. S. 83). Wenn man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication und periodischen Wiederkehr betrachtet; so findet man, daß es gewisse Radiationspunkte giebt, die immer vertreten sind: andere, die nur sporadisch und wechselnd erscheinen."

Ob übrigens die verschiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren sich ändern: was, wenn man geschlossene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe andeuten würde, in welchen die Meteore sich bewegen; läßt sich bis jetzt nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen bestimmen. Eine schöne Reihe solcher Beobachtungen von Houzeau (aus den Jahren 1839 bis 1842) scheint gegen eine progressive Veränderung zu zeugen. [15] Daß man im griechischen und römischen Alterthum schon auf eine gewisse temporäre Gleichförmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinschießenden Sternschnuppen aufmerksam gewesen ist, hat sehr richtig Eduard Heis [16] bemerkt. Jene Richtung wurde damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derselben Weltgegend eintretenden und herabsteigenden Luftstrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodischen Sternschnuppenströme sich von den sporadischen schon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, strahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterscheiden,

so ist ein zweites Criterium derselben das numerische: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein bestimmtes Zeitmaaß zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbestrittene Aufgabe der Unterscheidung eines außerordentlichen Sternschnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Gesichtskreis einer Person an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Meteore an.[17] Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aërolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen.[18]

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6 August	6	1
7 „	11	3
8 „	15	4
9 „	29	8
10 „	31	6
11 „	19	5
12 „	7	3

Das letzte Jahr, 1851, also ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondscheins:

am 7	August	. .	3 Meteore
8	„	. .	8 „
9	„	. .	16 „
10	„	. .	18 „
11	„	. .	3 „
12	„	. .	1 Meteor.

(Nach Heis wurden beobachtet am 10 August:

1839	in 1 Stunde	160	Meteore
1841	————	43	„
1848	————	50	„

In 10 Minuten fielen 1842 im August-Meteorstrome zur Zeit des Maximums 34 Sternschnuppen). Alle diese Zahlen beziehen sich auf den Gesichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 sind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12 Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch stündlich 22 bis 35 Meteore, eben so am 13 Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verschieden ist der Reichthum in den periodischen Strömen der einzelnen Jahre; aber immer bleibt die Zahl der fallenden Meteore beträchtlich größer als in den gewöhnlichen Nächten: welche in der Stunde nur 4 bis 5 sporadische Fälle zeigen. Im Januar (vom 4ten an zu rechnen), im Februar und im März scheinen die Meteore überhaupt am seltensten zu sein." [19]

„Obgleich die August- und die November-Periode mit Recht die berufensten sind, so hat man doch, seitdem die Sternschnuppen der Zahl und der parallelen Richtung nach mit größerer Genauigkeit beobachtet werden; noch fünf andere Perioden erkannt:

Januar: in den ersten Tagen, zwischen dem 1ten und 3ten; wohl etwas zweifelhaft.

April: 18te oder 20te? schon von Arago vermuthet. (Große Ströme: 25 April 1095, 22 April 1800, 20 April 1803; Kosmos Bd. I. S. 247, Annuaire pour 1836 p. 297.)

Mai: 26te?

Juli: 26te bis 30te; Quetelet. Maximum eigentlich zwischen 27 und 29 Juli. Die ältesten chinesischen Beobachtungen gaben dem, leider! früh hingeschiedenen Eduard Biot ein allgemeines Maximum zwischen 18 und 27 Juli.

August, aber vor dem Laurentius-Strome, besonders zwischen dem 2ten und 5ten des Monats. Man bemerkt vom 26 Juli bis 10 August meist keine regelmäßige Zunahme.

————, Laurentius-Strom selbst; Musschenbroek und Brandes (Kosmos Bd. I. S. 82 und 246). Entschiedenes Maximum am 10 August; seit vielen Jahren beobachtet. (Einer alten Tradition gemäß, welche in Thessalien in den Gebirgsgegenden um den Pelion verbreitet ist, öffnet sich während der Nacht des Festes der Transfiguration, am 6 August, der Himmel

und die Lichter, *λαμπάδια*, erscheinen mitten in der Oeffnung; Herrick in Silliman's Amer. Journal Vol. 37. 1839 p. 337 und Quetelet in den nouv. Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XV. p. 9.)

October: der 19te und die Tage um den 26ten; Quetelet, Boguslawski in den „Arbeiten der schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur" 1843 S. 178, und Heis S. 33. Letzterer stellt Beobachtungen vom 21 October 1766, 18 Oct. 1838, 17 Oct. 1841, 24 Oct. 1845, 11—12 Oct. 1847 und 20—26 Oct. 1848 zusammen. (S. über drei October-Phänomene in den Jahren 902, 1202 und 1366 Kosmos Bd. I. S. 83 und 242.) Die Vermuthung von Boguslawski: daß die chinesischen Meteorschwärme vom 18—27 Juli und der Sternschnuppenfall vom 21 Oct. (a. St.) 1366 die, jetzt vorgerückten August- und November-Perioden seien, verliert nach den vielen neueren Erfahrungen von 1838—1848 viel von ihrem Gewicht. [20]

November: 12te—14te, sehr selten der 8te oder 10te. (Der große Meteorfall von 1799 in Cumana vom 11—12 Nov., welchen Bonpland und ich beschrieben haben, gab in so fern Veranlassung, an, zu bestimmten Tagen periodisch wiederkehrende Erscheinungen zu glauben, als man bei dem ähnlichen großen Meteorfall von 1833 (Nov. 12—13) sich der Erscheinung vom Jahre 1799 erinnerte. [21])

December: 9te—12te; aber 1798 nach Brandes Beobachtung Dec. 6—7, Herrick in New-Haven 1838 Dec. 7—8, Heis 1847 Dec. 8 und 10.

Acht bis neun Epochen periodischer Meteorströme, von denen die letzteren 5 die sicherer bestimmten sind, werden hier dem Fleiß der Beobachter empfohlen. Die Ströme verschiedener Monate sind nicht allein unter einander verschieden, auch in verschiedenen Jahren wechseln auffallend die Reichhaltigkeit und der Glanz desselben Stromes."

„Die obere Grenze der Höhe der Sternschnuppen ist mit Genauigkeit nicht zu ermitteln, und Olbers hielt schon alle Höhen über 30 Meilen für wenig sicher bestimmt. Die untere Grenze, welche man vormals (Kosmos Bd. I. S. 80) gewöhnlich auf 4 Meilen (über 91000 Fuß) setzte, ist sehr zu verringern. Einzelne steigen nach Messungen fast bis zu den Gipfeln des Chimborazo und Aconcagua, bis zu einer geographischen Meile über der Meeresfläche, herab. Dagegen bemerkt Heis, daß eine am 10 Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau gesehene Sternschnuppe nach genauer Berechnung beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verschwinden 42 Meilen Höhe hatte; andere verschwanden in derselben Nacht in einer Höhe von 14 Meilen. Aus der älteren Arbeit von Brandes (1823) folgt, daß von 100 an zwei Standpunkten wohl gemessenen Sternschnuppen 4 eine Höhe hatten

von nur 1—3 Meilen, 15 zwischen 3 und 6 M., 22 von 6—10 M., 35 (fast $1/3$) von 10—15 M., 13 von 10—20 M.; und nur 11 (also kaum $1/10$) über 20 M., und zwar zwischen 45 und 60 Meilen. Aus 4000 in 9 Jahren gesammelten Beobachtungen ist in Hinsicht auf die Farbe der Sternschnuppen geschlossen worden: daß $2/3$ weiß, $1/7$ gelb, $1/17$ gelbroth, und nur $1/37$ grün sind."

Olbers meldet: daß während des Meteorfalls in der Nacht vom 12 zum 13 November im Jahr 1838 in Bremen sich ein schönes Nordlicht zeigte, welches große Strecken am Himmel mit lebhaftem blutrothen Lichte färbte. Die durch diese Region hinschießenden Sternschnuppen bewahrten ungetrübt ihre weiße Farbe: woraus man schließen kann, daß die Nordlichtstrahlen weiter von der Oberfläche der Erde entfernt waren als die Sternschnuppen da, wo sie im Fallen unsichtbar wurden. (Schum. astr. Nachr. No. 372 S. 178.) Die relative Geschwindigkeit der Sternschnuppen ist bisher zu $4\,1/2$ bis 9 geogr. Meilen in der Secunde geschätzt worden, während die Erde nur eine Translations-Geschwindigkeit von 4,1 Meilen hat (Kosmos Bd. I. S. 80 und 244). Correspondirende Beobachtungen von Julius Schmidt in Bonn und Heis in Aachen (1849) gaben in der That als Minimum für eine Sternschnuppe, welche 12 Meilen senkrecht über St. Goar stand und über den Laacher See hinwegschoß, nur $3\,1/2$ Meile. Nach anderen Vergleichungen derselben Beobachter und Houzeau's in Mons wurde die Geschwindigkeit von 4 Sternschnuppen zwischen $11\,1/2$ und $23\,3/4$ M. in der Secunde, also 2- bis 5mal so groß als die planetarische der Erde, gefunden. Dieses Resultat beweist wohl am kräftigsten den kosmischen Ursprung neben der Stetigkeit des einfachen oder mehrfachen Radiationspunktes: d. h. neben dem Umstand, daß periodische Sternschnuppen, unabhängig von der Rotation der Erde, in der Dauer mehrerer Stunden von demselben Sterne ausgehen, wenn auch dieser Stern nicht der ist, gegen welchen die Erde zu derselben Zeit sich bewegt. Im ganzen scheinen sich nach den vorhandenen Messungen Feuerkugeln langsamer als Sternschnuppen zu bewegen; aber immer bleibt es auffallend, daß, wenn die ersteren Meteorsteine fallen lassen, diese sich so wenig tief in den Erdboden einsenken. Die, 276 Pfund wiegende Masse von Ensisheim im Elsaß war (7. Nov. 1492) nur 3 Fuß, eben so tief der Aërolith von Braunau 14 Juli 1847) eingedrungen. Ich kenne nur zwei Meteorsteine, welche bis 6 und 18 Fuß den lockeren Boden aufgewühlt haben; so der Aërolith von Castrovillari in den Abruzzen (9 Febr. 1583) und der von Hradschina im Agramer Comitat (26 Mai 1751).

Ob je etwas aus den Sternschnuppen zur Erde gefallen, ist vielfach in entgegengesetztem Sinne erörtert worden. Die Strohdächer der Gemeinde Belmont (Departement de l'Ain, Arrondissement Belley), welche in der Nacht vom 13 Nov. 1835, also zu der Epoche des

bekannten November-Phänomens, durch ein Meteor angezündet wurden: erhielten das Feuer, wie es scheint, nicht aus einer fallenden Sternschnuppe, sondern aus einer zerspringenden Feuerkugel, welche (problematisch gebliebene) Aërolithen soll haben fallen lassen, nach den Berichten von Millet d'Aubenton. Ein ähnlicher Brand, durch eine Feuerkugel veranlaßt, entstand den 22 März 1846 um 3 Uhr Nachmittags in der Commune de St. Paul bei Bagnère de Luchon. Nur der Steinfall in Angers (am 9 Juni 1822) wurde einer bei Poitiers gesehenen schönen Sternschnuppe beigemessen. Das, nicht vollständig genug beschriebene Phänomen verdient die größte Beachtung. Die Sternschnuppe glich ganz den sogenannten römischen Lichtern in der Feuerwerkerei. Sie ließ einen geradlinigen Strich zurück: nach oben sehr schmal, nach unten sehr breit; und von großem Glanze, der 10 bis 12 Minuten dauerte. Siebzehn Meilen nördlich von Poitiers fiel unter heftigen Detonationen ein Aërolith.

Verbrennt immer alles, was die Sternschnuppen enthalten, in den äußersten Schichten der Atmosphäre, deren strahlenbrechende Kraft die Dämmerungs-Erscheinungen darthun? Die, oben erwähnten, so verschiedenen Farben während des Verbrennungs-Processes lassen auf chemische, stoffartige Verschiedenheit schließen. Dazu sind die Formen jener Feuermeteore überaus wechselnd; einige bilden nur *phosphorische Linien*, von solcher Feinheit und Menge, daß Forster im Winter 1832 die Himmelsdecke dadurch wie von einem schwachen Schimmer erleuchtet[22] sah. Viele Sternschnuppen bewegen sich bloß als leuchtende Punkte und lassen gar keinen Schweif zurück. Das Abbrennen bei schnellem oder langsamerem Verschwinden der Schweife, die gewöhnlich viele Meilen lang sind, ist um so merkwürdiger, als der brennende Schweif bisweilen sich krümmt, und sich wenig fortbewegt. Das stundenlange Leuchten des Schweifes einer längst verschwundenen Feuerkugel, welches Admiral Krusenstern und seine Begleiter auf ihrer Weltumseglung beobachteten, erinnert lebhaft an das *lange Leuchten* der Wolke, aus welcher der große Aërolith von Aegos Potamoi soll herabgefallen sein: nach der, freilich wohl nicht ganz glaubwürdigen Erzählung des Damachos (*Kosmos* Bd. I. S. 240 und 249).

Es giebt Sternschnuppen von sehr verschiedener Größe bis zum scheinbaren Durchmesser des Jupiter oder der Venus anwachsend; auch hat man in dem Sternschnuppenfalle von Toulouse (10 April 1812) und bei einer am 23 August desselben Jahres in Utrecht beobachteten Feuerkugel diese wie aus einem leuchtenden *Punkte* sich bilden, *sternartig* aufschießen und dann erst zu einer mondgroßen Sphäre sich *ausdehnen* gesehen. Bei sehr reichen Meteorfällen, wie bei denen von *1799* und 1833, sind unbezweifelt viele Feuerkugeln mit Tausenden von Sternschnuppen gemengt gewesen; aber die Identität [illegible]

Arten von Feuermeteoren ist doch bisher keineswegs erwiesen. Verwandtschaft ist nicht Identität. Es bleibt noch vieles zu erforschen über die physischen Verhältnisse beider; über die vom Admiral Wrangel[23] an den Küsten des Eismeeres bezeichnete Einwirkung der Sternschnuppen auf Entwickelung des Polarlichtes; und auf so viele unbestimmt beschriebene, aber darum nicht voreilig zu negirende Lichtprocesse, welche der Entstehung einiger Feuerkugeln vorhergegangen sind. Der größere Theil der Feuerkugeln erscheint unbegleitet von Sternschnuppen und zeigt keine Periodicität der Erscheinung. Was wir von den Sternschnuppen wissen in Hinsicht auf die Radiation aus bestimmten Punkten, ist für jetzt nur mit Vorsicht auf Feuerkugeln anzuwenden.

Meteorsteine fallen, doch am seltensten, bei ganz klarem Himmel, ohne daß sich vorher eine schwarze Meteorwolke erzeugt, ohne irgend ein gesehenes Lichtphänomen, aber mit furchtbarem Krachen: wie am 16 Sept. 1843 bei Klein-Wenden unweit Mühlhausen; oder sie fallen, und dies häufiger, geschleudert aus einem plötzlich sich bildenden dunkeln Gewölk, von Schallphänomenen begleitet, doch ohne Licht; endlich, und so wohl am häufigsten, zeigt sich der Meteorstein-Fall in nahem Zusammenhange mit glänzenden Feuerkugeln. Von diesem Zusammenhange liefern wohlbeschriebene und unzubezweifelnde Beispiele die Steinfälle von Barbotan (Dep. des Landes) den 24 Juli 1790: mit gleichzeitigem Erscheinen einer rothen Feuerkugel und eines weißen Meteorwölkchens[24], aus dem die Aërolithen fielen; der Steinfall von Benares in Hindostan (13 Dec. 1798), der von Aigle (Dep. de l'Orne) am 26 April 1803. Die letzte der hier genannten Erscheinungen, — unter allen diejenige, welche am sorgfältigsten (durch Biot) untersucht und beschrieben ist —, hat endlich: 23 Jahrhunderte nach dem großen thracischen Steinfall, und 300 Jahre nachdem ein Frate zu Crema durch einen Aërolithen erschlagen wurde[25], der endemischen Zweifelsucht der Akademien ein Ziel gesetzt. Eine große Feuerkugel, die sich von SO nach NW bewegte, wurde um 1 Uhr Nachmittags in Alençon, Falaise und Caen bei ganz reinem Himmel gesehen. Einige Augenblicke darauf hörte man bei Aigle (Dep. de l'Orne) in einem kleinen, dunklen, fast unbewegten Wölkchen eine 5—6 Minuten dauernde Explosion, welcher 3—4 Kanonenschüsse und ein Getöse wie von kleinem Gewehrfeuer und vielen Trommeln folgten. Bei jeder Explosion entfernten sich einige von den Dämpfen, aus denen das Wölkchen bestand. Keine Lichterscheinung war hier bemerkbar. Es fielen zugleich auf einer elliptischen Bodenfläche, deren große Axe von SO nach NW 1,2 Meile Länge hatte, viele Meteorsteine: von welchen der größte nur 17½ Pfund wog. Sie waren heiß, aber nicht rothglühend[26], dampften sichtbar; und, *was sehr auffallend ist*, sie waren in den ersten Tagen nach dem Fall

leichter zersprengbar als nachher. Ich habe absichtlich bei dieser Erscheinung länger verweilt, um sie mit einer vom 13 Sept. 1768 vergleichen zu können. Um 4½ Uhr nach Mittag wurde an dem eben genannten Tage bei dem Dorfe Luce (Dep. d'Eure et Loire), eine Meile westlich von Chartres, ein dunkles Gewölk gesehen, in dem man wie einen Kanonenschuß hörte: wobei zugleich ein Zischen in der Luft vernommen wurde, verursacht durch den Fall eines sich in einer Curve bewegenden schwarzen Steines. Der gefallene, halb in das Erdreich eingedrungene Stein wog 7½ Pfund, und war so heiß, daß man ihn nicht berühren konnte. Er wurde von Lavoisier, Fougeroux und Cadet sehr unvollkommen analysirt. Eine Lichterscheinung ward bei dem ganzen Ereigniß nicht wahrgenommen.

Sobald man anfing periodische Sternschnuppenfälle zu beobachten und also in bestimmten Nächten auf ihre Erscheinung zu harren, wurde bemerkt, daß die Häufigkeit der Meteore mit dem Abstande von Mitternacht zunahm, daß die meisten zwischen 2 und 5 Uhr Morgens fielen. Schon bei dem großen Meteorfall zu Cumana in der Nacht vom 11 zum 12 November 1799 hatte mein Reisebegleiter den größten Schwarm von Sternschnuppen zwischen 2½ und 4 Uhr gesehen. Ein sehr verdienstvoller Beobachter der Meteor-Phänomene, Coulvier-Gravier, hat im Mai 1845 dem Institut zu Paris eine wichtige Abhandlung sur la variation horaire des étoiles filantes übergeben. Es ist schwer die Ursach einer solchen stündlichen Variation, einen Einfluß des Abstandes von dem Mitternachtspunkt zu errathen. Wenn unter verschiedenen Meridianen die Sternschnuppen erst in einer bestimmten Frühstunde vorzugsweise sichtbar werden, so müßte man bei einem kosmischen Ursprunge annehmen, was doch wenig wahrscheinlich ist: daß diese Nacht- oder vielmehr Frühmorgen-Stunden vorzüglich zur Entzündung der Sternschnuppen geeignet seien, während in anderen Nachtstunden mehr Sternschnuppen vor Mitternacht unsichtbar vorüberziehen. Wir müssen noch lange mit Ausdauer Beobachtungen sammeln.

Die Hauptcharaktere der festen Massen, welche aus der Luft herabfallen, glaube ich nach ihrem chemischen Verhalten und dem in ihnen besonders von Gustav Rose erforschten körnigen Gewebe im Kosmos (Bd. I. S. 84—86) nach dem Standpunkt unseres Wissens im Jahr 1845 ziemlich vollständig abgehandelt zu haben. Die auf einander folgenden Arbeiten von Howard, Klaproth, Thénard, Vauquelin, Proust, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Gustav und Heinrich Rose, Boussingault, Rammelsberg und Shepard haben ein reichhaltiges [27] Material geliefert; und doch entgehen unserem Blicke $\frac{2}{3}$ der gefallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig ist, wie unter allen Zonen, an den von einander entferntesten Punkten, die Aerolithen eine gewisse phy-

siognomische Aehnlichkeit haben: in Grönland, Mexico und Südamerika; in Europa, Sibirien und Hindostan; so bieten dieselben doch bei näherer Untersuchung eine sehr große Verschiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{96}{100}$ Eisen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; fast alle haben einen dünnen schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das specifische Gewicht einiger Meteorsteine steigt bis 4,28: wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen bestehende Stein von Alais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem krystallisirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen sind; andere (die Masse von Pallas) zeigen bloß nickelhaltiges Eisen und Olivin, noch andre (nach den Stoffverhältnissen der Mischung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Renard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Uebersicht der Resultate, welche ein scharfsinniger Chemiker, Prof. Rammelsberg: der sich in der neueren Zeit ununterbrochen, so thätig als glücklich, mit der Analyse der Aërolithen und ihrer Zusammensetzung aus einfachen Mineralien beschäftigt hat, aufstellt, „ist die Trennung der aus der Atmosphäre herabgefallenen Massen in Meteoreisen und Meteorsteine nicht in absoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich selten, Meteoreisen mit eingemengten Silicaten (die von Heß wieder gewogene sibirische Masse, zu 1270 russischen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererseits viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten."

„A. Das Meteoreisen: dessen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradschina bei Agram 26 Mai 1751, Braunau 14 Juli 1847), während die meisten analogen Massen schon seit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen; besitzt im allgemeinen sehr gleichartige physische und chemische Eigenschaften. Fast immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefeleisen eingemengt: welches jedoch weder Eisenkies noch Magnetkies, sondern ein Eisen-Sulphuret ^{28} zu sein scheint. Die Hauptmasse eines solchen Meteoreisens ist auch kein reines metallisches Eisen, sondern wird durch eine Legirung von Eisen und Nickel gebildet: so daß mit Recht dieser constante Nickel-Gehalt (im Durchschnitt zu 10 p. C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteorische Beschaffenheit der ganzen Masse gilt. Es ist nur eine Legirung zweier isomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in bestimmten Verhältnissen. In geringer Menge finden sich beigemischt: Kobalt, Mangan, Magnesium, Zinn, Kupfer und Kohlenstoff. Der letztgenannte Stoff ist theilweise mechanisch beigemengt, als schwer verbrennlicher Graphit, theilweise chemisch verbunden mit Eisen, demnach analog vielem Stabeisen. Die Hauptmasse des Meteoreisens enthält auch stets eine eigenthüm-

liche Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel; welche beim Auflösen des Eisens in Chlorwasserstoff-Säure als silberweiße microscopische Krystallnadeln und Blättchen zurückbleiben."

„B. Die eigentlichen Meteorsteine pflegt man, durch ihr äußeres Ansehen geleitet, in zwei Classen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer scheinbar gleichartigen Grundmasse Körner und Flittern von Meteoreisen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für sich in größeren Massen aufgefundenen besitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Lissa, Aigle, Ensisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhausen, Erxleben, Chateau-Renard und Utrecht. Die andere Classe ist frei von metallischen Beimengungen und stellt sich mehr als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineral-Substanzen dar: wie z. B. die Steine von Juvenas, Lontalax und Stannern."

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die ersten chemischen Untersuchungen von Meteorsteinen angestellt haben, nahm man lange Zeit keine Rücksicht darauf, daß sie Gemenge einzelner Verbindungen sein könnten; sondern erforschte ihre Bestandtheile nur im ganzen, indem man sich begnügte den etwanigen Gehalt an metallischem Eisen mittelst des Magnets auszuziehen. Nachdem Mohs auf die Analogie einiger Aërolithen mit gewissen tellurischen Gesteinen aufmerksam gemacht hatte, versuchte Nordenskjöld zu beweisen, daß Olivin, Leucit und Magneteisen die Gemengtheile des Aërolithe von Lontalax in Finnland seien; doch erst die schönen Beobachtungen von Gustav Rose haben es außer Zweifel gesetzt, daß der Stein von Juvenas aus Magnetkies, Augit und einem dem Labrador sehr ähnlichen Feldspath bestehe. Hierdurch geleitet, suchte Berzelius in einer größeren Arbeit (Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar för 1834) auch durch chemische Methoden die mineralogische Natur der einzelnen Verbindungen in den Aërolithen von Blansko, Chantonnay und Alais auszumitteln. Der mit Glück von ihm vorgezeichnete Weg ist später vielfach befolgt worden."

„a. Die erste und zahlreichere Classe von Meteorsteinen, die mit metallischem Eisen, enthält dasselbe bald fein eingesprengt, bald in größeren Massen: die sich bisweilen als ein zusammenhangendes Eisenskelet gestalten, und so den Uebergang zu jenen Meteor-Eisenmassen bilden, in welchen, wie in der sibirischen Masse von Pallas, die übrigen Stoffe zurücktreten. Wegen ihres beständigen Olivin-Gehalts sind sie reich an Talkerde. Der Olivin ist derjenige Gemengtheil dieser Meteorsteine, welcher bei ihrer Behandlung mit Säuren zerlegt wird. Gleich dem tellurischen ist er ein Silicat von Talkerde und Eisen-Oxydul. Derjenige Theil, welcher durch Säuren nicht angegriffen wird, ist ein Gemenge von Feldspath- und Augit-Substanz, deren Natur sich einzig und allein durch Rechnung aus ihrer Gesammt-

mischung (als Labrador, Hornblende, Augit oder Oligoklas) bestimmen läßt."

„β. Die zweite, viel seltenere Classe von Meteorsteinen ist weniger untersucht. Sie enthalten theils Magneteisen, Olivin und etwas Feldspath- und Augit-Substanz; theils bestehen sie bloß aus den beiden letzten einfachen Mineralien, und das Feldspath-Geschlecht ist dann durch Anorthit[29] repräsentirt. Chromeisen (Chromoxyd-Eisenoxydul) findet sich in geringer Menge fast in allen Meteorsteinen; Phosphorsäure und Titansäure, welche Rammelsberg in dem so merkwürdigen Stein von Juvenas entdeckte, deuten vielleicht auf Apatit und Titanit."

„Von den einfachen Stoffen sind im allgemeinen bisher in den Meteorsteinen nachgewiesen worden: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan; also 18 Stoffe.[30] Die näheren Bestandtheile sind: a) metallische: Nickeleisen, eine Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, Eisen-Sulphuret und Magnetkies; b) oxydirte: Magneteisen und Chromeisen; c) Silicate: Olivin, Anorthit, Labrador und Augit."

Es würde mir noch übrig bleiben: um hier die größtmögliche Menge wichtiger Thatsachen, abgesondert von hypothetischen Ahndungen, zu concentriren: die mannigfaltigen Analogien zu entwickeln, welche einige Meteorgesteine als Gebirgsarten mit älteren sogenannten Truppgesteinen (Doleriten, Dioriten und Melaphyren), mit Basalten und neueren Laven darbieten. Diese Analogien sind um so auffallender, als „die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist", bisher noch nicht in tellurischen Mineralien entdeckt wurde. Derselbe ausgezeichnete Chemiker, dessen freundliche Mittheilungen ich in diesen letzten Blättern benutzt habe, verbreitet sich über diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung[31], deren Resultate geeigneter in dem geologischen Theile des Kosmos erörtert werden.

Anmerkungen.

1 (S. 397.) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos, Bd. I. S. 100 und 256, Bd. III. S. 57 und 82. (Vergl. Baco, Novum Organum, Lond. 1733, p. 371 und Will. Herschel in den Philosophical Transactions for 1802 p. 498.)

2 (S. 397.) Kosmos Bd. I. S. 86, 89 und 249 (Anm. 55).

3 (S. 398.) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Bd. I. S. 86, 87, 240, 241, 243, 245, 249 und 250 (Anm. 31, 32, 39, 57—59); Bd. II. S. 322 Anm. 27.

4 (S. 398.) Brandis, Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. I. S. 272—277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den Jahren 1804—1811 (Berlin 1815 S. 79 bis 124.)

5 (S. 398.) Wenn Stobäus in derselben Stelle (Eclog. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuschreibt, er habe die Sterne bimssteinartige Körper (also poröse Steine) genannt; so mag die Veranlassung zu dieser Benennung wohl die im Alterthum so verbreitete Idee sein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünstungen genährt werden. Die Sonne giebt das Eingesogene wieder zurück. (Aristot. Meteorol. ed. Ideler T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV, 2.) Die bimssteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Diese: welche nicht gesehen werden können, so lange sie in den himmlischen Räumen umherirren, sind Steine; entzünden sich und verlöschen, wenn sie zur Erde herabfallen." (Plut. de plac. philos. II, 13.) Den Fall von Meteorsteinen hält Plinius (II, 59) für häufig: „decidere tamen crebro, non erit dubium"; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöse hervorbringt (II, 43). Die analog scheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anaximenes nennt (Natur. Quaest. lib. II, 17), bezieht sich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

6 (S. 398.) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet wörtlich übersetzt, also: „Wahrscheinlich ist die Meinung Einiger, die gesagt haben, die Sternschnuppen seien nicht Abflüsse noch Verbreitungen des ätherischen Feuers, welches in der Luft verlösche gleich bei seiner Entzündung, noch auch Entflammung und Entbrennung von Luft, die sich in Menge abgelöst habe und

oberen Region: sondern Wurf und Fall himmlischer Körper, welche: wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine ungeregelte Bewegung, durch einen Absprung, nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geschleudert werden, sondern meistentheils außerhalb in das große Meer fallen; weshalb sie auch verborgen bleiben."

7 (S. 398.) Ueber absolut dunkle Weltkörper oder solche, in denen der Lichtproceß (periodisch?) aufhört; über die Meinungen der Neueren (Laplace und Bessel), und über die von Peters in Königsberg bestätigte Bessel'sche Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: s. Kosmos Bd. III. S. 177—179.

8 (S. 399.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 28—29 und 36 Anm. 17.

9 (S. 400.) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt, wörtlich übersetzt: „Ist doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen seine Bewegung selbst und das Heftige des Kreisumlaufes, so wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umschwung im Kreise ein Hinderniß des Herabfallens haben."

10 (S. 400.) Kosmos Bd. I. S. 80.

11 (S. 400.) Coulvier-Gravier und Saigey, recherches sur les Étoiles filantes 1847 p. 69—86.

12 (S. 400.) „Die periodischen Sternschnuppen und die Resultate der Erscheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angestellten Beobachtungen, von Eduard Heis" (1849) S. 7 und 26—30.

13 (S. 400.) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der August-Periode gründet sich nur auf die Beobachtungen des einzigen Jahres 1839 (10. Aug.). Ein Reisender im Orient Dr. Asahel Grant, meldet aus Mardin in Mesopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternschnuppen, welche alle von der Gegend des Polarsterns ausgingen, wie gefurcht war". (Heis S. 28, nach einem Briefe Herrick's an Quetelet und Grant's Tagebuche.)

14 (S. 401.) Es hatte aber dieses Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perseus über den des Löwen noch keineswegs statt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom $\frac{13}{14}$ Nov. 1838. Ein sehr geübter Beobachter, Roswinkel, sah bei einem reichen Sternschnuppenfall fast sämmtliche Bahnen aus dem Löwen und dem südlichen Theile des großen Bären ausgehen: während in der Nacht vom $\frac{12}{13}$ Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternschnuppenfalle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. astr. Nachr. No. 372) setzt sehr bedeutsam hinzu: „Die Bahnen in dieser Nacht zeigten unter sich nichts paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels an Parallelismus) schienen sie zu den sporadischen und nicht zu den periodischen zu gehören. Das eigentliche November-Phänomen war aber freilich nicht an Glanz mit denen der Jahre 1799, 1832 und 1833 zu vergleichen."

15 (S. 401.) Saigey p. 151, und über Erman's Bestimmung der, den

Radiations- oder Ausgangspunkten diametral entgegengesetzten Convergenzpunkte p. 125—129.

16 (S. 401.) Heis, period. Sternschn. S. 6. (Vergl. Aristot. Problem. XXVI, 23; Seneca, Nat. Quaest. lib. I, 14: „ventum significat stellarum discurrentium lapsus, et quidem ab ea parte qua erumpit".) Ich selbst habe lange, besonders während meines Aufenthaltes in Marseille zur Zeit der ägyptischen Expedition, an den Einfluß der Winde auf die Richtung der Sternschnuppen geglaubt.

17 (S. 402.) Kosmos Bd. I. S. 240.

18 (S. 402.) Alles, was von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterschieden ist, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber dessen frühere Arbeiten von 1842—1844 s. Saigey p. 159.

19 (S. 403.) Ich habe jedoch selbst am 16 März 1803 einen beträchtlichen Sternschnuppenfall in der Südsee (Br. 13° 1/2 N.) beobachtet. Auch 687 Jahre vor unserer christlichen Zeitrechnung wurden in China zwei Meteorströme im Monat März gesehen. Kosmos Bd. I. S. 83.

20 (S. 404.) Ein ganz ähnlicher Sternschnuppenfall, als Boguslawski der Sohn für 1366 Oct. 21 (a. St.) in Beneſſe de Horovic, Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefunden (Kosmos Bd. I. S. 83), ist weitläuftig in dem berühmten historischen Werke von Duarte Nunez do Lião (Chronicas dos Reis de Portugal reformadas Parte I. Lisb. 1600 fol. 187) beschrieben, aber auf die Nacht vom 22 zum 23 Oct. (a. St.) verlegt. Sind es zwei Ströme, in Böhmen und am Tajo gesehen, oder hat einer der Chronikenschreiber sich um einen Tag geirrt? Folgendes sind die Worte des portugiesischen Historikers: „Vindo o anno de 1366, sendo andados XXII. dias do mes de Octubro, tres meses antes do fallecimento del Rei D. Pedro (de Portugal), se fez no ceo hum movimento de estrellas, qual os homẽes não virão, nem ouvirão. E foi que desda mea noite por diante correrão todalas strellas do Levante para o ponente, e acabado de serem juntas começarão a correr humas para huma parte, e outras para outra. E despois descerão do ceo tantas e tam spessas, que tanto que forão baxas no ar, parecião grandes fogueiras, e que o ceo e o ar ardião, e que a mesma terra queria arder. O ceo parecia partido em muitas partes, alli onde strellas não stavão. E isto durou per muito spaço. Os que isto vião, houverão tam grande medo e pavor, que stavão como attonitos, e cuidavão todos de ser mortos, e que era vinda a fim do mundo."

21 (S. 404.) Es hätten der Zeit nach nähere Vergleichungs-Epochen angeführt werden können, wenn man sie damals gekannt hätte: z. B. die von Klöden *1823 Nov.* 12—13 in Potsdam, die von Bérard 1831 Nov. 12—13 an der *spanischen Küste* und die von Graf Suchtelen zu Orenburg 1832 Nov. 12—13 *beobachteten* Meteorströme (Kosmos Bd. I. S. 81 und Schum. astr. Nachr.

No. 303 S. 242). Das große Phänomen vom 11 und 12 Nov. 1799, welches ir, Bonpland und ich, beschrieben haben (Voyage au Régions equi- oxiales livre IV chap. 10, T. IV. p. 34—53 éd. in 8°), dauerte von bis 4 Uhr Morgens. Auf der ganzen Reise, welche wir durch die Waldregion es Orinoco südlich bis zum Rio negro machten, fanden wir, daß der ungeheure Meteorfall von den Missionaren gesehen und zum Theil in Kirchenbüchern auf- ezeichnet ward. In Labrador und Grönland hatte er die Eskimos bis Lichtenau nd Neu-Herrnhut (Br. 64⅝ 14′) in Erstaunen versetzt. Zu Ittersted bei Wei- ar sah der Prediger Zeising das, was zugleich unter dem Aequator und nahe m nördlichen Polarkreis in Amerika sichtbar war. Da die Periodicität des t. Laurentius-Stromes (10 August) erst weit später die allgemeine Auf- erksamkeit auf sich gezogen hat als das November-Phänomen, so habe h mit Sorgfalt alle mir bekannte genau beobachtete und beträchtliche Stern- hnuppenfälle vom 12—13 Nov. bis 1846 zusammengestellt. Es sind deren nfzehn: 1799, 1818, 1822, 1823; 1831—1839 alle Jahre; 1841 und 1846. ch schließe die Meteorfälle aus, welche um mehr als einen oder zwei Tage ab- eichen: wie 10 Nov. 1787, 8 Nov. 1813. Eine solche, fest an einzelne Tage efesselte Periodicität ist um so wunderſamer, als Körper von so wenig Masse so icht Störungen ausgesetzt sind: und die Breite des Ringes, in welchem man ch die Meteore eingeschlossen vorstellt, in der Erdbahn mehrere Tage umfassen nn. Die glänzendsten November-Ströme sind gewesen 1799, 1831, 1833; 834. (Wo in meiner Beschreibung der Meteore von 1799 den größten Boliden der Feuerkugeln ein Durchmesser von 1° und 1° ¼ zugeschrieben wird, hätte s 1 und 1 ¼ Mond-Durchmesser heißen sollen.) Es ist hier auch der Ort er Feuerkugel zu erwähnen, welche die besondere Aufmerksamkeit des Directors er Sternwarte von Toulouse, Herrn Petit, auf sich gezogen und deren Umlauf m die Erde er berechnet hat. Comptes rendus 9 août 1847 und Schum. str. Nachr. No. 701 S. 71.

22 (S. 406.) Forster, Mémoire sur les Étoiles filantes . 31.

23 (S. 407.) Kosmos Bd. I. S. 82 und 247.

24 (S. 407.) Kämtz, Lehrb. der Meteorologie Bd. III. S. 183.

25 (S. 407.) Der große Aërolithenfall von Crema und den Ufern der dda ist mit besonderer Lebendigkeit, aber leider! rhetorisch und unklar, von em berühmten Petrus Martyr von Anghiera (Opus Epistolarum, mst. 1670 No. CCCCLXV pag. 245—246) beschrieben. Was dem Steinfall lbst vorherging, war eine fast totale Verfinsterung am 4 Sept. 1511 in der Mittagsstunde. „Fama est, Pavonem immensum in aërea Cremensi plaga uisse visum. Pavo visus in pyramidem converti, adeoque celeri ab oc- idente in orientem raptari cursu, ut in horae momento magnam hemi- phaerii partem, doctorum inspectantium sententia, pervolasse creda- ur. Ex nubium illico densitate tenebras verunt surrexisse, quales iventium nullus unquam se cognovisse fateatur. Per eam noctis faciem, um formidolosis fulguribus, inaudita tonitrua regionem circumsepse-

runt.“ Die Erleuchtungen waren so intensiv, daß die Bewohner um Bergamo die ganze Ebene von Crema während der Verfinsterung sehen konnten. „Ex horrendo illo fragore quid irata natura in eam regionem pepererit, percunctaberis. Saxa demisit in Cremensi planitie (ubi nullus unquam aequans ovum lapis visus fuit) immensae magnitudinis, ponderis egregii. Decem fuisse reperta centilibralia saxa ferunt.“ Vögel, Schafe, ja Fische wurden getödtet. Unter allen diesen Uebertreibungen ist doch zu erkennen, daß das Meteorgewölk, aus welchem die Steine herabfielen, muß von ungewöhnlicher Schwärze und Dicke gewesen sein. Der Pavo war ohne Zweifel eine lang- und breitgeschweifte Feuerkugel. Das furchtbare Geräusch in dem Meteorgewölk wird hier als der die Blitze (?) begleitende Donner geschildert. Anghiera erhielt selbst in Spanien ein faustgroßes Fragment (ex frustis disruptorum saxorum), und zeigte es dem König Ferdinand dem Catholischen in Gegenwart des berühmten Kriegers Gonzalo de Cordova. Sein Brief endigt mit den Worten: „mira super hisce prodigiis conscripta fanatice, physice, theologice ad nos missa sunt ex Italia. Quid portendant, quomodoque gignantur, tibi utraque servo, si aliquando ad nos veneris.“ (Geschrieben aus Burgos an Fagiardus.) — Noch genauer behauptet Cardanus (Opera ed. Lugd. 1663 T. III. lib. XV cap. 72 p. 279), es seien 1200 Aërolithen gefallen, unter ihnen einer von 120 Pfund, eisenschwarz und von großer Dichte. Das Geräusch habe 2 Stunden gedauert: „ut mirum sit, tantam molem in aëre sustineri potuisse.“ Er hält die geschweifte Feuerkugel für einen Cometen, und irrt in der Erscheinung um 1 Jahr: „Vidimus anno 1510 . . .“ Cardanus war zu der Zeit 9 bis 10 Jahre alt.

26 (S. 407.) Neuerdings bei dem Aërolithenfall von Braunau (14 Juli 1847) waren die gefallenen Steinmassen nach 6 Stunden noch so heiß, daß man sie nicht, ohne sich zu verbrennen, berühren konnte. Von der Analogie, welche die scythische Mythe vom heiligen Golde mit einem Meteorfalle darbietet, habe ich bereits (Asie centrale T. I. p. 408) gehandelt. „Targitao filios fuisse tres, Leipoxain et Arpoxain, minimumque natu Colaxain. His regnantibus de coelo delapsa aurea instrumenta, aratrum et jugum et bipennem et phialam, decidisse in Scythicam terram. Et illorum natu maximum, qui primus conspexisset, propius accedentem capere ista voluisse; sed, eo accedente, aurum arsisse. Quo digresso, accessisse alterum, et itidem arsisse aurum. Hos igitur ardens aurum repudiasse; accedente vero natu minimo, fuisse extinctum, hunoque illud domum suam contulisse: qua re intellecta, fratres majores ultro universum regnum minimo natu tradidisse.“ Herodot IV, 5 und 7 nach der Uebersetzung von Schweighäuser.) Ist aber vielleicht die Mythe vom heiligen Golde nur eine ethnographische Mythe: eine Anspielung auf drei Königssöhne, Stammväter von drei Stämmen der Scythen? eine Anspielung auf den Vorrang, welchen der Stamm des jüngsten Sohnes, der der Paralaten, erlangte? (Brandstäter, Scythica de aurea caterva 1837 p. 69 und 81.)

27 (S. 408.) Von Metallen wurden in den Meteorsteinen entdeckt: Nickel

von Howard, Kobalt durch Stromeyer, Kupfer und Chrom durch Laugier, Zinn durch Berzelius.

28 (S. 409.) Rammelsberg in Poggendorff's Annalen Bd. 74. 1849 S. 442.

29 (S. 411.) Shepard in Silliman's American Journal of Science and Arts, 2d Ser. Vol. II. 1846 p. 377; Rammelsberg in Poggend. Ann. Bd. 73. 1848 S. 585.

30 (S. 411.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 85.

31 (S. 411.) Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft Bd. I. S. 232. Alles, was im Texte von S. 409 bis S. 411 durch Anführungszeichen unterschieden ist, wurde aus Handschriften des Prof. Rammelsberg (Mai 1851) entlehnt.

Schlußworte.

Den uranologischen Theil der physischen Welt
bung beschließend, glaube ich, in Rückblick auf das Erst
sage nicht das Geleistete), nach der Ausführung eines so s
Unternehmens von neuem daran erinnern zu müssen, daß
führung nur unter den Bedingungen hat geschehen können,
der Einleitung zum dritten Bande des Kosmos bezeichn
sind. Der Versuch einer solchen kosmischen Bearbeitung
sich auf die Darstellung der Himmelsräume und dessen, wa
geballter oder ungeballter Materie erfüllt. Er unterscheidet
nach der Natur des unternommenen Werkes, wesentlich von
umfassenden, ausgezeichneten Lehrbüchern der Astronom
die verschiedenen Literaturen zur jetzigen Zeit aufzuweis
Astronomie: als Wissenschaft der Triumph mathema
dankenverbindung, auf das sichere Fundament der Gravitat
und die Vervollkommnung der höheren Analysis (eines geisti
zeugs der Forschung) gegründet, behandelt Bewegungs
nungen, gemessen nach Raum und Zeit; Oertlichkeit
der Weltkörper in ihrem gegenseitigen, sich stets veränder
hältniß zu einander; Formenwechsel, wie bei den gesch
Cometen; Lichtwechsel, ja Auflodern und gänzliches E
des Lichtes bei fernen Sonnen. Die Menge des im We
handenen Stoffes bleibt immer dieselbe: aber nach dem, w
tellurischen Sphäre von physischen Naturgesetzen bereits erforsc
ist, sehen wir walten im ewigen Kreislauf der Stoffe
unbefriedigten, in zahllosen und unnennbaren Combina
auftretenden Wechsel derselben. Solche Kraftäußerung de
wird durch ihre, wenigstens scheinbar elementarische Heterog
hervorgerufen. Bewegung in unmeßbaren Raumthe
regend, complicirt die Heterogeneität der Stoffe alle Prob
irdischen Naturprocesses.

Die astronomischen Probleme sind einfacherer Natu
den eben genannten Complicationen und ihrer Beziehung
befreit, auf Betrachtung der Quantität der ponderable

lassen), auf Licht und Wärme erregende Schwingungen richtet: ist die Himmels-Mechanik, gerade wegen dieser Einfachheit, in welcher alles auf Bewegung zurückgeführt wird, der mathematischen Bearbeitung in allen ihren Theilen zugänglich geblieben. Dieser Vorzug giebt den Lehrbüchern der theoretischen Astronomie einen großen und ganz eigenthümlichen Reiz. Es reflectirt sich in denen, was die Geistesarbeit der letzten Jahrhunderte auf analytischen Wegen errungen hat: wie Gestaltung und Bahnen bestimmt; wie in den Bewegungs-Erscheinungen der Planeten nur kleine Schwankungen um einen mittleren Zustand des Gleichgewichts statt finden; wie das Planetensystem durch seine innere Einrichtung, durch Ausgleichung der Störungen sich Schutz und Dauer bereitet.

Die Untersuchung der Mittel zum Erfassen des Weltganzen, die Erklärung der verwickelten Himmelserscheinungen gehören nicht in den Plan dieses Werkes. Die physische Weltbeschreibung erzählt, was den Weltraum füllt und organisch belebt, in den beiden Sphären der uranologischen und tellurischen Verhältnisse. Sie weilt bei den aufgefundenen Naturgesetzen, und behandelt sie wie errungene Thatsachen, als unmittelbare Folgen empirischer Induction. Das Werk vom Kosmos, um in geeigneten Grenzen und in nicht übermäßiger Ausdehnung ausführbar zu werden, durfte nicht versuchen den Zusammenhang der Erscheinungen theoretisch zu begründen. In dieser Beschränkung des vorgesetzten Planes habe ich in dem astronomischen Theile des Kosmos desto mehr Fleiß auf die einzelnen Thatsachen und auf ihre Anordnung gewandt. Von der Betrachtung des Weltraums: seiner Temperatur, dem Maaße seiner Durchsichtigkeit, und dem widerstehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; bin ich auf das natürliche und teleskopische Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geschwindigkeit des Lichts nach Verschiedenheit seiner Quellen, die unvollkommene Messung der Licht-Intensität, die neuen optischen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterscheiden übergegangen. Dann folgen: der Fixsternhimmel; die numerische Angabe der an ihm selbstleuchtenden Sonnen, so weit ihre Position bestimmt ist; ihre wahrscheinliche Vertheilung; die veränderlichen Sterne, welche in wohlgemessenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegung der Fixsterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Doppelsternen; die Nebelflecke, in so fern diese nicht ferne und sehr dichte Sternschwärme sind.

Der Uebergang von dem siderischen Theile der Uranologie, von dem Fixsternhimmel, zu unsrem Sonnensysteme ist nur der Uebergang zum Universellen zum Besonderen. In der Classe der Doppelsterne bewegen sich selbstleuchtende Weltkörper um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; in unsrem Sonnen-Systeme, das aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzt ist, kreisen dunkle Weltkörper um einen

selbstleuchtenden, oder vielmehr wieder um einen gemeinsamen Schwerpunkt, der zu verschiedenen Zeiten in und außerhalb des Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes sind ungleicher Natur; verschiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es sind: Haupt- und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander durchschneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen, der Ring des Thierkreislichtes, und mit vieler Wahrscheinlichkeit die periodischen Meteor-Asteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatsächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entdeckten Gesetze der planetarischen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. Erstes Gesetz: jede Bahn eines planetarischen Körpers ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt sich die Sonne befindet. Zweites Gesetz: in gleichen Zeiten beschreibt jeder planetarische Körper gleiche Sectoren um die Sonne. Drittes Gesetz: die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zweite Gesetz wird bisweilen das erste genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observ. Tychonis Brahi elaborata, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die beiden ersten Gesetze würden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetarischen Körper gäbe; das dritte und wichtigste, welches neun Jahre später entdeckt ward, fesselt die Bewegung zweier Planeten an Ein Gesetz. (Das Manuscript der Harmonice Mundi, welche 1619 erschien, war bereits vollendet den 27 Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17ten Jahrhunderts die Gesetze der Planeten-Bewegung empirisch aufgefunden wurden; wenn Newton erst die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler's Gesetze als nothwendige Folgen zu betrachten sind: so hat das Ende des 18ten Jahrhunderts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infinitesimal-Rechnung zur Erforschung astronomischer Wahrheiten eröffnete, das Verdienst gehabt die Stabilität des Planeten-Systems darzuthun. Die Haupt-Elemente dieser Stabilität sind: die Unveränderlichkeit der großen Axen der Planetenbahnen: von Laplace (1773 und 1784), Lagrange und Poisson erwiesen; die lange periodische, in enge Grenzen eingeschlossene Aenderung der Excentricität zweier mächtiger sonnenfernen Planeten, Jupiters und Saturns; die Vertheilung der Massen: da die des Jupiter selbst nur $\frac{1}{1048}$ der Masse des alles beherrschenden Centralkörpers ist; endlich die Einrichtung: daß nach dem *ewigen* Schöpfungsplane und der Natur ihrer Entstehung alle Planeten des Sonnensystems sich in Einer Richtung, translatorisch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geschieht von geringer und fast

wenig ändernder Ellipsität, in Ebenen von mäßigen Unterschieden der Inclination; daß die Umlaufszeiten der Planeten unter einander kein gemeinschaftliches Maaß haben. Solche Elemente der Stabilität, gleichsam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten sind an die Bedingung gegenseitiger Wirkung in einem inneren abgeschlossenen Kreise geknüpft. Wird durch den Zutritt eines von außen kommenden, bisher zu dem Planetensystem nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (Laplace, exposit. du Syst. du Monde p. 309 und 391); so kann allerdings diese Störung, als Folge neuer Anziehungskräfte oder eines Stoßes, dem Bestehenden verderblich werden, bis endlich nach langem Conflicte sich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperbolischer Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Masse durch eine ungeheure Geschwindigkeit ersetzt wird, doch mit Besorgniß nur eine Phantasie erfüllen, welche für die ernsten Tröstungen der Wahrscheinlichkeits-Rechnung nicht empfänglich ist. Es sind die reisenden Gewölke der inneren Cometen unsrem Sonnensysteme nicht gefahrbringender als die großen Bahn-Neigungen einiger der Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter. Was als bloße Möglichkeit bezeichnet werden muß, liegt außerhalb des Gebietes einer physischen Weltbeschreibung. Die Wissenschaft soll nicht überschweifen in das Nebelland kosmologischer Träume.

Berichtigungen und Zusätze.

S. 30 Z. 15.

Seitdem diese Stelle des Kosmos, in welcher „ein mit Sicherheit sich offenbarender Einfluß der Sonnenstellung auf den Erd-Magnetismus“ bezweifelt wird, gedruckt worden ist, haben die neuen und trefflichen Arbeiten von Faraday einen solchen Einfluß erwiesen. Lange Reihen magnetischer Beobachtungen in entgegengesetzten Hemisphären (z. B. Toronto in Canada und Hobarttown auf Van Diemens Land) zeigen, daß der Erd-Magnetismus einer jährlichen Variation unterliegt, welche von der relativen Stellung der Sonne und Erde abhängt.

S. 47 Z. 2 v. u.

Die sonderbare Erscheinung des Sternschwankens ist ganz neuerlich (20 Januar 1851) Abends zwischen 7 und 8 Uhr am Sirius, der nahe am Horizont stand, auch in Trier von sehr glaubwürdigen Zeugen beobachtet worden. S. den Brief des Oberlehrers der Mathematik Herrn Flesch in Jahn's Unterhaltungen für Freunde der Astronomie.

S. 112 Z. 9 und S. 135 Anm. 50.

Der Wunsch, welchen ich lebhaft geäußert: der historischen Epoche, in welche das Verschwinden der Röthe des Sirius fällt, mit mehr Sicherheit auf die Spur zu kommen, ist theilweise durch den rühmlichen Fleiß eines jungen Gelehrten, der eine treffliche Kenntniß orientalischer Sprachen mit ausgezeichnetem mathematischen Wissen verbindet, Dr. Wöpcke, erfüllt worden. Der Uebersetzer und Commentator der wichtigen Algebra des Omar Alkhayami schreibt mir (aus Paris, im August 1851): „Ich habe in Bezug auf Ihre im astronomischen Bande des Kosmos enthaltene Aufforderung die 4 hier befindlichen Manuscripte der Uranographie des Abdurrahman Al-Sufi nachgesehen; und gefunden, daß darin α Bootis, α Tauri, α Scorpii und α Orionis sämmtlich ausdrücklich roth genannt werden: Sirius dagegen nicht. Vielmehr lautet die auf diesen bezügliche Stelle in allen 4 Manuscripten übereinstimmend so: „der erste unter den Sternen desselben (des Großen Hundes) ist der große, glänzende an seinem Munde, welcher auf dem Astrolabium verzeichnet (s. und Al-je-maanijah genannt wird.““ — Wird aus dieser Untersuchung, und aus den

was ich aus Alfragani angeführt, nicht wahrscheinlich, daß der Farbenwechsel zwischen Ptolemäus und die Araber fällt?

S. 184 Z. 5.

In der gedrängten Darlegung der Methode, durch die Geschwindigkeit des Lichts die Parallaxe von Doppelsternen zu finden, sollte es heißen: Die Zeit, welche zwischen den Zeitpunkten verfließt, wo der planetarische Nebenstern der Erde am nächsten ist und wo er ihr am fernsten steht, ist immer länger, wenn er von der größten Nähe zur größten Entfernung übergeht: als die umgekehrte, wenn er aus der größten Entfernung zur größten Nähe zurückkehrt.

S. 201.

In der französischen Uebersetzung des astronomischen Bandes des Kosmos, welche zu meiner Freude wieder Herr H. Faye übernommen, hat dieser gelehrte Astronom die Abtheilung von den Doppelsternen sehr bereichert. Ich hatte mit Unrecht die wichtigen Arbeiten des Herrn Yvon Villarceau, welche schon im Laufe des Jahres 1849 in dem Institute verlesen waren, zu benutzen versäumt (s. Connaissance des temps pour l'an 1852 p. 3—128). Ich entlehne hier aus einer Tabelle der Bahn-Elemente von 8 Doppelsternen des Herrn Faye die 4 ersten Sterne, welche er für die am sichersten berechneten hält:

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name und Größe der Doppelsterne	halbe große Axe	Excentricität	Umlaufszeit in Jahren	Namen der Berechner	
	3″,857	0,4164	58,262	Savary	1830
ξ Ursae majoris	3,278	0,3777	60,720	J. Herschel	1849
(4. und 5. Gr.)	2,295	0,4037	61,300	Mädler	1847
	2,439	0,4315	61,576	Y. Villarceau	1848
	4″,328	0,4300	73,862	Encke	1832
p Ophiuchi	4,966	0,4445	92,338	Y. Villarceau	1849
(4. und 6. Gr.)	4,8..	0,4781	92,...	Mädler	1849
ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler	1847
(3. u. 6., 5. Gr.)	1,254	0,4482	36,357	Y. Villarceau	1847
	0″,902	0,2891	42,50	Mädler	1847
η Coronae	1,012	0,4744	42,501	Y. Villarceau	1847
(5., 5. u. 6. Gr.)	1,111	0,4695	66,257	derselbe, 2te Lösung	

Mittelalter vererbt. Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, Liber cosmographicus von Albert dem Großen, Imago Mundi des Cardinals Pierre d'Ailly. — Fortschritt durch Giordano Bruno und Telesio. — Klarheit in der Vorstellung von der Gravitation als Massen-Anziehung bei Copernicus. — Erste Versuche einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre bei Kepler. — Die Schrift vom Kosmos des Descartes (Traité du Monde) großartig unternommen, aber lange nach seinem Tode nur fragmentarisch erschienen; der Kosmotheoros von Huygens des großen Namens unwürdig. — Newton und sein Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica. — Streben nach der Erkenntniß eines Weltganzen. Ist die Aufgabe lösbar, die gesammte Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu den gestaltenden Thätigkeiten in den organischen und belebten Körpern auf ein Princip zurückzuführen? Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Die Unvollendbarkeit der Empirie macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie zu erklären, zu einer unbestimmten.

A. **Uranologischer Theil der physischen Weltbeschreibung** S. 24—421. Zwei Abtheilungen: von welchen die eine den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnensystem umfaßt, S. 24.

a. **Astrognosie** (Fixsternhimmel) S. 25—26 (S. 25—245.)

I. Weltraum und Vermuthungen über das, was den Weltraum zu erfüllen scheint, S. 26—34 und Anm. S. 35—39.

II. Natürliches und teleskopisches Sehen. Funkeln der Gestirne. Geschwindigkeit des Lichtes. Ergebnisse der Photometrie. S. 40—66 und Anm. S. 67—89. — Reihung der Fixsterne nach Licht-Intensität S. 90—95.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne, Sternhaufen (Sternschwärme). Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt. S. 96—123 und Anm. S. 124—142.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne. Veränderliche Sterne in gemessenen, wiederkehrenden Perioden. Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist. S. 143—170 und Anm. S. 171—174.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne. Problematische Existenz dunkler Weltkörper. Parallaxe. Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel. S. 175—187 und Anm. S. 188—191.

VI. Die vielfachen oder Doppelsterne. Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. Umlaufszeit von zwei Sonnen um

Inhalts-Uebersicht

des III. Bandes des Kosmos.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung in dem Gebiete kosmischer Erscheinungen — Einleitung S. 3—16 und Anm. S. 17—23.

Rückblick auf das Geleistete. Die Natur unter einem zwiefachen Gesichtspunkte betrachtet: in der reinen Objectivität der äußeren Erscheinung und im Reflex auf das Innere des Menschen. — Eine bedeutsame Anreihung der Erscheinungen führt von selbst auf deren ursachlichen Zusammenhang. — Vollständigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten wird nicht beabsichtigt, am wenigsten in der Schilderung des reflectirten Naturbildes unter dem Einfluß schöpferischer Einbildungskraft. Es entsteht neben der wirklichen oder äußeren Welt eine ideale und innere Welt: voll physisch symbolischer Mythen, verschieden nach Volksstämmen und Klimaten, Jahrhunderte lang auf spätere Generationen vererbt, und eine klare Naturansicht trübend. — Ursprüngliche Unvollendbarkeit der Erkenntniß kosmischer Erscheinungen. Das Auffinden empirischer Gesetze, das Erspähen des Causalzusammenhanges der Erscheinungen; Weltbeschreibung und Welterklärung. Wie durch das Seiende sich ein kleiner Theil des Werdens offenbart. — Verschiedene Phasen der Welterklärung, Versuche des Verstehens der Naturordnung. — Aelteste Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes: physiologische Phantasien der ionischen Schule, Keime wissenschaftlicher Naturbetrachtung. Zwei Richtungen der Erklärung durch Annahme stoffartiger Principien (Elemente) und durch Processe der Verdünnung und Verdichtung. Centrifugaler Umschwung. Wirbeltheorien. — Pythagoreer; Philosophie des Maaßes und der Harmonie, Anfang einer mathematischen Behandlung physischer Erscheinungen. — Weltordnung und Weltregierung nach den physischen Vorträgen des Aristoteles. Mittheilung der Bewegung als Grund aller Erscheinungen betrachtet; minder ist der Sinn der aristotelischen Schule auf Stoff-Verschiedenheit gerichtet. — Diese Art der Naturphilosophie, in Grundideen und Form, wird auf das

Schlußworte S. 418—421.
Berichtigungen und Zusätze S. 422—424.
Inhalts-Uebersicht S. 425—432.

Nähere Zergliederung der einzelnen Abtheilungen des astronomischen Theils des Kosmos.

a. Astrognosie:

I. Weltraum: — Nur einzelne Theile sind meßbar S. 27. — Widerstehendes (hemmendes) Mittel, Himmelsluft, Weltäther S. 28 und 36 (Anm. 15—18). — Wärmestrahlung der Sterne S. 30 und 37 (Anm. 26). — Temperatur des Weltraums S. 30—32 (Anm. 28—31). — Beschränkte Durchsichtigkeit? S. 32. — Regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Cometen von Encke S. 33 und 39 (Anm. 37). — Begrenzung der Atmosphäre? S. 33.

II. Natürliches und teleskopisches Sehen: — Sehr verschiedene Lichtquellen zeigen gleiche Brechungs-Verhältnisse S. 41. — Verschiedenheit der Geschwindigkeit des Lichtes glühender fester Körper und des Lichtes der Reibungs-Electricität S. 42, 59—61 und 85 (Anm. 56—60). — Lage der Wollaston'schen Linien S. 42. — Wirkung der Röhren S. 41 und 67—68 (Anm. 5). — Optische Mittel directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden, und Wichtigkeit dieser Mittel für die physische Astronomie S. 42 und 68—69 (Anm. 9—13). — Grenzen der gewöhnlichen Sehkraft S. 43. — Unvollkommenheit des Sehorgans; falsche (factice) Durchmesser der Sterne S. 44, 70 und 73 (Anm. 15 und 17). — Einfluß der Form eines Gegenstandes auf den kleinsten Sehwinkel bei Versuchen über die Sichtbarkeit; Nothwendigkeit des Licht-Unterschiedes von $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke; Sehen ferner Gegenstände auf positive und negative Weise S. 44 bis 46. — Ueber das Sehen der Sterne bei Tage mit unbewaffnetem Auge aus Brunnen oder auf hohen Bergen S. 46—47 und 74 (Anm. 21). — Ein schwächeres Licht neben einem stärkeren S. 70 (Anm. 15). — Ueberdeckende Strahlen und Schwänze S. 44 und 109—111. — Ueber die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten mit bloßem Auge S. 44 und 71—73 (Anm. 16). — Schwanken der Sterne S. 47 und 74 (Anm. 25). — Anfang des teleskopischen Sehens; Anwendung zur Messung S. 48—50 und 53. — Refractoren von großer Länge S. 50 und 75 (Anm. 26—29); Reflectoren S. 50—52 und 75 (Anm. 30—34). — Tagesbeobachtungen; wie starke Vergrößerungen das Auffinden der Sterne bei Tage erleichtern können S. 53, 54 und 76—79 (Anm. 38). — Erklärung des Funkelns und der Scintillation der Gestirne S. 54—57 und 79—81 (Anm. 40 bis 47). — Geschwindigkeit des Lichtes S. 57—61 und 81—86 (Anm. 48—61). — Größenordnung der Sterne; photometrische Verhältnisse und Methoden der Messung S. 62—66 und 86—89 (Anm. 67—77). — Cyanometer S. 89. — Photometrische Reihung der Fixsterne S. 90—95.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne; Sternhaufen und Milchstraße: — Zustände der Himmelsdecke, welche das Erkennen der Sterne begünstigen oder hindern, S. 96—97. — Zahl der Sterne

wie viele mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können S. 97. — Wie viele mit Ortsbestimmungen und auf Sternkarten eingetragen sind S. 98—103 und 124—129 (Anm. 4—26). — Gewagte Schätzung der Zahl von Sternen, welche mit den jetzigen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel sichtbar sein könnten, S. 104. — Beschauende Astrognosie roher Völker S. 104—105. — Griechische Sphäre S. 105—108 und 129—132 (Anm. 27—34). — Krystallhimmel S. 108—109 und 132—133 (Anm. 35—39). — Falsche Durchmesser der Fixsterne in Fernröhren S. 109—111. — Kleinste Gegenstände des Himmels, die noch teleskopisch gesehen werden, S. 111 und 134 (Anm. 45). — Farbenverschiedenheit der Sterne, und Veränderungen, welche seit dem Alterthum in den Farben vorgegangen, S. 111—113 und 134—136 (Anm. 46—52). — Sirius (Sothis) S. 112 und 136—138 (Anm. 52). — Die vier königlichen Sterne S. 113. — Allmälige Bekanntschaft mit dem südlichen Himmel S. 114, 115 und 138 (Anm. 64). — Vertheilung der Fixsterne, Gesetze relativer Verdichtung, Aichungen S. 115—116. — Sternhaufen und Sternschwärme S. 116 bis 118. — Milchstraße S. 118—123 und 140—142 (Anm. 79—100).

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne, veränderliche Sterne, und Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, in welchen die Periodicität noch nicht erforscht ist: — Neue Sterne in den letzten zweitausend Jahren S. 143—154 und 171 (Anm. 1—7). — Periodisch veränderliche Sterne: Historisches S. 154—155, Farbe S. 156, Zahl S. 156 bis 157; Gesetzliches in scheinbarer Unregelmäßigkeit, große Unterschiede der Helligkeit, Perioden in den Perioden S. 157—160. — Argelander's Tabelle der veränderlichen Sterne, mit Commentar S. 160—166 und 172 (Anm. 9—12). — Veränderliche Sterne in unbestimmten Perioden (γ Argûs, Capella, Sterne des Großen und Kleinen Bären) S. 166 bis 169. — Rückblick auf mögliche Veränderungen in der Temperatur der Erdoberfläche S. 169—170.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne, dunkle Weltkörper, Parallaxe; Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel: — Veränderung des physiognomischen Charakters der Himmelsdecke S. 175—177. — Quantität der eigenen Bewegung S. 175 und 177. — Beweise für die wahrscheinliche Existenz nicht leuchtender Körper S. 177—179. — Parallaxe und Messung des Abstandes einiger Fixsterne von unserm Sonnensystem S. 179—183 und 189—190 (Anm. 19—21). — Die Aberration des Lichtes kann bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden S. 183. — Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat auf die Kenntniß der Bewegung unseres eignen Sonnensystems, ja zur Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geführt S. 177 und 184—185. — Problem der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Centralsonne? S. 186—187 und 191 (Anm. 38 und 39).

VI. Doppelsterne, Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt: — Optische und physische Doppelsterne S. *192; Zahl S. 193—197.* — Einfarbigkeit und verschiedenartige Farben;

letztere nicht Folge optischer Täuschung, des Contrastes der Complementar-Farben S. 197—199 und 203—205 (Anm. 15—21). — Wechsel der Helligkeit S. 199. — Mehrfache (3- bis 6fache) Verbindungen S. 199. — Berechnete Bahn-Elemente, halbe große Axen und Umlaufszeit in Jahren S. 200—201.

VII. Nebelflecke, Magellanische Wolken und Kohlensäcke: — Auflöslichkeit der Nebelflecke; ob sie alle ferne und dichte Sternhaufen sind? S. 206—207 und 235—236 (Anm. 25 und 26). — Historisches S. 207—214 und 237—239 (Anm. 44). — Zahl der Nebelflecke, deren Position bestimmt ist S. 214—215 und 236 (Anm. 35 und 36). — Vertheilung der Nebel und Sternhaufen in der nördlichen und südlichen Himmelssphäre S. 215; nebelärmere Räume und Maxima der Gedrängtheit S. 216—217 und 237 (Anm. 41). — Gestaltung der Nebelflecke: kugelförmige, Ringnebel, spiralförmige Doppelnebel, planetarische Nebelsterne S. 217—221. — Nebelfleck (Sternhaufen) der Andromeda S. 118—119, 208—209 und 239 (Anm. 46); Nebel im Schwerdte des Orion S. 209—210, 221—223, 234—236, 240 und 242 (Anm. 12, 27, 61, 63, 67 und 68); großer Nebelfleck um η Argûs S. 223, Nebelfleck im Schützen S. 223, Nebelflecke im Schwan und im Fuchse; Spiral-Nebelfleck im nördlichen Jagdhunde S. 224. — Die beiden Magellanischen Wolken S. 225—229 und 244 (Anm. 88). — Schwarze Flecken oder Kohlensäcke S. 229—231 und 245 Anm.) 98 und 100).

β. Sonnengebiet: Planeten und ihre Monde, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme der Meteor-Asteroiden S. 246—250.

I. Die Sonne als Centralkörper: — Numerische Angaben S. 251—252 und 269 (Anm. 4—6). — Physische Beschaffenheit der Oberfläche; Umhüllungen der dunkeln Sonnenkugel; Sonnenflecken, Sonnenfackeln S. 252 bis 260 und 270—273 (Anm. 6, 7, 9, 11, 15, 20 und 21). — Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annalisten Kunde geben; problematische Verfinsterungen S. 260 und 273—277 (Anm. 22). — Intensität des Lichts im Centrum der Sonnenscheibe und an den Rändern S. 260—263 und 277—278 (Anm. 24 und 25). — Verkehr zwischen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus; Seebeck, Ampère, Faraday S. 263—264. — Einfluß der Sonnenflecken auf die Temperatur unseres Luftkreises S. 265—268.

II. Die Planeten:

A. Allgemeine vergleichende Betrachtungen:

a. Hauptplaneten:

1) Zahl und Epochen der Entdeckung S. 280—285; Namen, Planetentage (Woche) und Planetenstunden S. 310—317 (Anm. 13 und 14).

2) Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen S. 285—287.

3) Absolute und scheinbare Größe, Gestaltung S. 287—289.

4) Reihung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne, sogenanntes Gesetz von Titius; alter Glaube, daß die Himmels-

körper, welche wir jetzt sehen, nicht alle von jeher sichtbar waren; Proselenen S. 289—295 und 318—323 (Anm. 18—34).

5) Massen der Planeten S. 295.

6) Dichtigkeit der Planeten S. 296.

7) Siderische Umlaufszeit und Achsendrehung S. 297—298.

8) Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achsen, Einfluß auf Klimate S. 298—302 und 324 (Anm. 42).

9) Excentricität der Planetenbahnen S. 302—305.

b. Nebenplaneten S. 305—308.

B. Specielle Betrachtung, Aufzählung der einzelnen Planeten und ihr Verhältniß zur Sonne als Centralkörper:

Sonne S. 326—327.

Merkur S. 327—328.

Venus: Flecken S. 328—330.

Erde: numerische Verhältnisse S. 330.

Mond der Erde: licht- und wärmeerzeugend; aschgraues Licht oder Erdenlicht im Monde; Flecken; Natur der Mondoberfläche, Gebirge und Ebenen, gemessene Höhen; herrschender Typus kreisförmiger Gestaltung, Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erscheinungen, alte Spuren der Reaction des Inneren gegen das Aeußere (die Oberfläche); Mangel von Sonnen- und Erdfluthen, wie von Strömungen als fortschaffenden Kräften, wegen Mangels eines flüssigen Elements; wahrscheinliche geognostische Folgen dieser Verhältnisse S. 330—340 und 358—364 (Anm. 21—52).

Mars: Abplattung, Oberflächen-Ansehen, verändert durch den Wechsel der Jahreszeiten, S. 340—341.

Die Kleinen Planeten S. 342—345.

Jupiter: Rotationszeit, Flecken und Streifen S. 345—347;

Satelliten des Jupiter S. 347—348.

Saturn: Streifen, Ringe, excentrische Lage S. 349—351;

Satelliten des Saturn S. 351—352.

Uranus S. 352—353;

Satelliten des Uranus S. 353—354.

Neptun: Entdeckung und Elemente S. 354—355 und 369 (Anm. 96);

Satelliten des Neptun S. 355.

III. Die Cometen: — bei der kleinsten Masse ungeheure Räume aus-end; Gestaltung, Perioden des Umlaufs, Theilung, Elemente der inneren eten S. 372—383 und 385—392 (Anm. 5, 10, 12, 14, 23, 25, 28, 31, und 34).

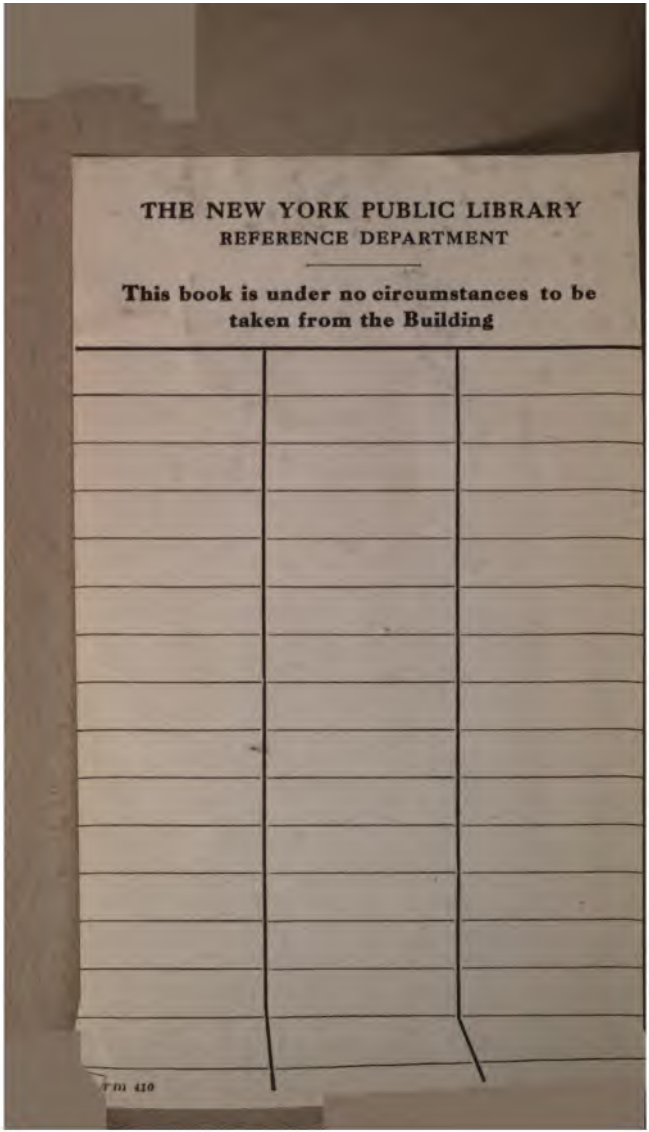
IV. Der Ring des Thierkreislichtes: — Historisches. — Inter-enz zwiefach: stündliche und jährliche? — Zu unterscheiden, was dem los-hen Lichtprocesse selbst im Ringe des Thierkreislichtes angehört, was der

veränderlichen Durchsichtigkeit der Atmosphäre. — Wichtigkeit einer langen Reihe correspondirender Beobachtungen unter den Tropen in verschiedenen Höhen über dem Meere bis neun- und zwölftausend Fuß. — Gegenschein wie beim Untergang der Sonne. — Vergleich in derselben Nacht mit bestimmten Theilen der Milchstraße. — Ob der Ring des Zodiacallichtes mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt. S. 393—395.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine: — Aelteste chronologisch sicher bestimmte Aërolithenfälle, und Einfluß, welchen der Steinfall zu Aegos Potamoi und die kosmische Erklärung desselben auf die Weltansichten des Anaxagoras und Diogenes von Apollonia (aus der neueren ionischen Schule) ausgeübt haben; Umschwung, welcher der Stärke des Falles entgegenwirkt (Centrifugalkraft und Gravitation); S. 396—411 und 412—413 (Anm. 5—9). — Geometrische und physische Verhältnisse der Meteore, bei sporadischen und periodischen Meteorfällen; Radiation der Sternschnuppen, bestimmte Ausgangspunkte; Mittelzahl der sporadischen und periodischen Sternschnuppen in einer Stunde nach Verschiedenheit der Monate; S. 399—403 und 413—414 (Anm. 13—19). — Außer dem Strom des heil. Laurentius und dem, jetzt schwächeren November-Phänomen sind noch 4 bis 5 andere periodisch im Jahr wiederkehrende Sternschnuppenfälle als sehr wahrscheinlich erkannt worden S. 403—404 und 414—415 (Anm. 20 und 21). — Höhe und Geschwindigkeit der Meteore S. 404. — Physische Verhältnisse, Färbung und Schweife, Verbrennungs-Proceß, Größe; Beispiele der Entzündung von Gebäuden; S. 404—407. — Meteorsteine; Aërolithenfälle bei heiterem Himmel oder nach Entstehung eines kleinen dunkelen Meteorgewölks S. 407—408 und 415—416 (Anm. 25 und 26). — Problematische Häufigkeit der Sternschnuppen zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden (stündliche Variation) S. 408. — Chemische Verhältnisse der Aërolithen; Analogie mit den Gemengtheilen tellurischer Gebirgsarten S. 408—411 und 417.

Schlußworte: — Rückblick auf das Erstrebte. — Beschränkung nach der Natur der Composition einer physischen Weltbeschreibung. — Darstellung thatsächlicher Beziehungen der Weltkörper gegen einander. — Kepler's Gesetze planetarischer Bewegung. — Einfachheit der uranologischen Probleme im Gegensatz zu den tellurischen, wegen Ausschlusses der Wirkungen, welche aus Stoff-Verschiedenheit und Stoffwechsel entstehen. — Elemente der Stabilität des Planetensystems. S. 418—421.

Berichtigungen und Zusätze S. 422—424.
Inhalts-Uebersicht S. 425—432.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building